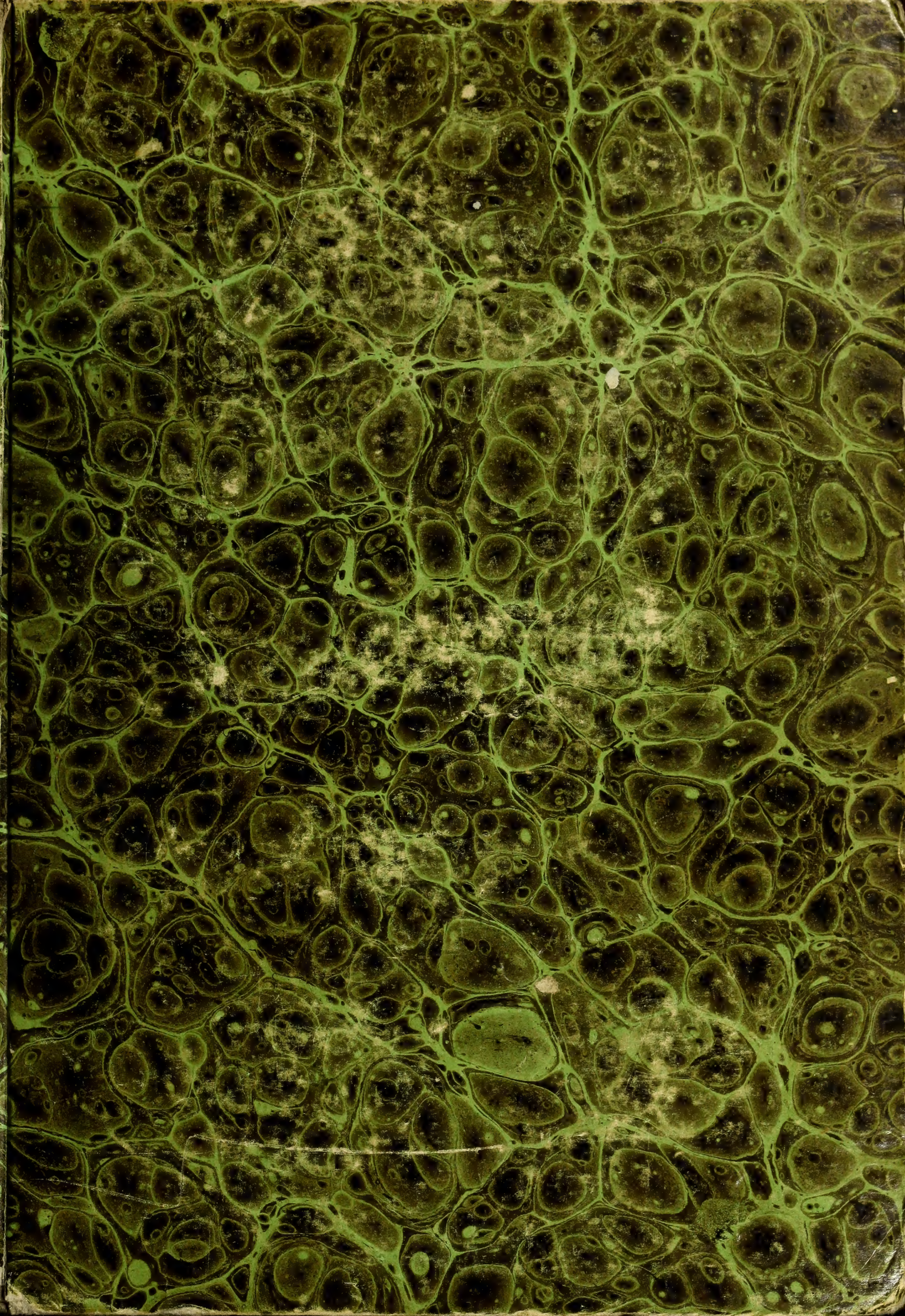




HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE

DES MENSCHEN

FÜR AERZTE UND STUDIRENDE.

VON

A. KÖLLIKER,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE IN WÜRZBURG.

MIT 313 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1852.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

VORREDE.

Die Medicin ist auf einem Punkte angelangt, wo die mikroskopische Anatomie ebenso sehr als Grundlage derselben erscheint, wie die Anatomie der Organe und Systeme und ein gründliches Studium der Physiologie und pathologischen Anatomie ohne genaue Kenntniss auch der feinsten Formverhältnisse unmöglich ist. Es erscheint daher als die Aufgabe derer, welche diese Seite der Wissenschaft pflegen, ihre Erfahrungen nicht nur ihren eigentlichen Studiengenossen und den sonst tiefer in die Medicin Eingedrungenen mitzutheilen, sondern dieselben Allen, die überhaupt dem Studium des Menschen obliegen und vor Allem auch den Studirenden und Aerzten geniessbar zu machen. Das vorliegende Werk sucht diese Aufgabe in der Art zu lösen, dass es eine möglichst gedrängte Uebersicht des Verhaltens der Elementartheile des Körpers und des feineren Baues der Organe gibt, wobei mit Ausnahme einiger wichtigen noch schwebenden Fragen jede Polemik vermieden und auch die Geschichte der Wissenschaft ganz in den Hintergrund gedrängt, dagegen auf die

Physiologie und pathologische Anatomie, sowie auch auf die vergleichende Histologie so viel Rücksicht genommen wurde als nur immer möglich war. Für weitere Belehrung verweist der Verfasser auf die ausführlichen anatomischen Werke und namentlich auch auf seine mikroskopische Anatomie, in der die Belege für Alles hier nur kurz Ausgesprochene zu finden sind.

Würzburg den 1. August 1852.

Inhaltsverzeichniss.

Specielle Gewebelehre.

EINLEITUNG.

§. 1.

Die Lehre von dem elementären Bau der Pflanzen und Thiere ist eine Frucht der letzten zwei Jahrhunderte und beginnt mit *Marcellus Malpighi* (1628—1694) und *Anton v. Leeuwenhoek* (1632—1723) in der Zeit, in welcher zum ersten Mal den Forschern stärkere Vergrösserungsgläser, wenn auch noch in sehr einfacher Form, an die Hand gegeben wurden. Alterthum und Mittelalter wussten von den letzten Formbestandtheilen der Organismen nichts, denn wenn auch schon *Aristoteles* und *Galen* von gleichartigen und ungleichartigen Theilen *(partes similares et dissimilares)* des Körpers reden und *Fallopia* (1523—1562) den Begriff »Gewebe« noch bestimmter erfasst und selbst eine Classifikation derselben versucht hat *(Tractatus quinque de partibus similaribus* in *Oper. Tom. II. Francof.* 1600*)*, so waren doch auch diesen Forschern die feinern Verhältnisse durchaus verborgen geblieben. So glänzend nun auch die ersten Schritte der jungen Wissenschaft an der Hand der genannten Männer, dann eines *Ruysch, Swammerdam* u. A. waren, so vermochten dieselben doch nicht, ihr eine gesicherte Stellung zu verschaffen, indem die Gelehrten einerseits der mikroskopischen Forschung noch viel zu wenig mächtig waren, als dass sie gleich mit Bewusstsein dem richtigen Ziele hätten nachstreben können, anderseits aber auch zu sehr durch die Ausbildung anderer Disciplinen, wie der gröbern Anatomie, Physiologie, Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie in Anspruch genommen wurden. So kam es, dass, einige vereinzelte und nur zum Theil bedeutungsvolle Erscheinungen *(Fontana, Muys, Lieberkühn, Hewson, Prochaska)* abgerechnet, die Gewebelehre im ganzen 18. Jahrhunderte keinen erheblichen Fortschritt machte und namentlich nicht über die Bedeutung einer unzusammenhängenden Sammlung von Einzel-Erfahrungen hinaus kam. Erst im Jahre 1801 sollte sich dieselbe den andern anatomischen Wissenschaften ebenbürtig an die Seite reihen durch das Genie eines Mannes, dem die Histologie zwar keine grössern Entdeckungen verdankt, der es aber, wie keiner vor ihm, verstand, das vorhandene Material so zu ordnen und zur

Physiologie und Medizin in Beziehung zu bringen, dass dasselbe für alle Zukunft Selbständigkeit sich erwarb. In der That ist *F. X. Bichat's Anatomie générale, Paris* 1801 die erste wissenschaftliche Bearbeitung der Gewebelehre und für dieselbe schon desswegen Epoche machend, ausserdem erlangte dieselbe auch noch dadurch eine grosse Bedeutung, dass in ihr die Gewebe nicht nur von ihrer morphologischen Seite scharf aufgefasst und möglichst vollständig und logisch behandelt sind, sondern auch in ihren physiologischen Functionen und krankhaften Verhältnissen ausführlich erörtert werden. Zu diesem grossen innern Fortschritte kamen dann auch die in diesem Jahrhundert immer weiter gedeihenden Verbesserungen der äussern Hülfsmittel, der Mikroskope, und ein je länger je mehr zunehmender Eifer für Naturforschung hinzu, so dass es nicht zum Verwundern ist, dass die Histologie in den fünf Decennien desselben alles das weit hinter sich liess, was in den anderthalb Jahrhunderten ihres ersten Bestehens geschehen war. Namentlich von den 30ger Jahren an folgten sich die Entdeckungen so Schlag auf Schlag, dass es als ein wahres Glück zu betrachten ist, dass dieselben zugleich auch in einen solchen Zusammenhang kamen, dass die mikroskopische Anatomie der Gefahr entging, wie in früheren Zeiten in Einzelnheiten sich zu verlieren. Es wurde nämlich durch den i. J. 1838 von *C. Th. Schwann* gelieferten Nachweis der ursprünglich ganz gleichartigen Zusammensetzung der thierischen Organismen aus Zellen und der Entstehung ihrer höhern Formgebilde aus diesen Elementen der leitende Gedanke gegeben, der alle bisherigen Erfahrungen verband und auch für die ferneren Bestrebungen als massgebend sich erwies. Wenn *Bichat* die Histologie durch die Aufstellung eines Systems und die consequente Durchführung desselben mehr theoretisch begründete, so hat *Schwann* durch seine Untersuchungen dieselbe thatsächlich gesichert und sich so den zweiten Lorbeer in diesem Felde errungen. Was diese Wissenschaft seit *Schwann* bis auf unsere Tage noch leistete, war zwar von der grössten Bedeutung für die Physiologie und Medizin und zum Theil auch vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus von hohem Werth, insofern als manches von *Schwann* nur Angedeutete oder kurz Besprochene, wie die Genese der Zelle, die Bedeutung des Zellenkernes, die Entwicklung der höhern Gewebe, die chemischen Verhältnisse derselben u. s. w., weiter fortgebildet wurde, allein alles dieses war doch nicht der Art, dass es um einen namhaften Schritt weiter, in eine neue Epoche geführt hätte. Wenn es ohne Seher zu sein erlaubt ist von der Zukunft zu reden, so wird dieser Stand der Gewebelehre so lange dauern, als es nicht gelingt, um ein Wesentliches weiter in die Tiefe des organischen Baues zu schauen und auch die Elemente zu erfassen, aus denen das, was wir jetzt noch für einfach halten, zusammengesetzt ist. Sollte es aber je möglich werden, auch die Molecüle zu entdecken, die die Zellmembranen, die Muskelfibrillen, die Axenfasern der Nerven u. s. w. bilden und die Gesetze ihrer Aneinanderlegung und Veränderungen bei der Entstehung,

dem Wachsthum und der Thätigkeit der jetzigen sogenannten Elementartheile zu ergründen, dann würde auch für die Histologie eine neue Aera beginnen und der Entdecker des Gesetzes der Zellengenese oder einer Moleculartheorie ebenso oder noch gefeierter werden als der Urheber der Lehre von der Zusammensetzung aller thierischen Gewebe aus Zellen.

§. 2.

Soll der jetzige Standpunkt der Gewebelehre und ihre Aufgabe etwas genauer bezeichnet werden, so ist vor allem nicht aus den Augen zu verlieren, dass dieselbe eigentlich nur die Betrachtung Einer der drei Seiten, welche an den Elementartheilen des Körpers eben so gut wie an den Organen zur Berücksichtigung kommen, nämlich der Form sich zur Aufgabe setzt. Nur die mikroskopischen Formen aufzufassen und die Gesetze ihres Baues und ihrer Bildung zu ergründen ist das, worauf die mikroskopische Anatomie ausgeht, nicht aber eine Lehre von den Elementartheilen überhaupt zu sein. Mischung und Funktion derselben kommen daher eigentlich nur insoweit in Frage, als es sich handelt, ihre Beziehung zur Entstehung der Formen und ihrer Mannigfaltigkeit aufzufinden. Alles was sonst von der Thätigkeit der fertigen Elemente und von ihren chemischen Verhältnissen in der Gewebelehre sich findet, ist entweder aus praktischen Rücksichten da, um eine Nutzanwendung der morphologischen Verhältnisse oder eine Ergänzung derselben zu geben, oder wird nur so lange als nahe verwandt mitgeführt, als die Physiologie den Funktionen der Elementartheile nicht die gebührende Stelle einräumt.

Wenn die Gewebelehre zum Rang einer Wissenschaft sich erheben will, so erscheint es als ihre erste Aufgabe, eine möglichst breite und gesicherte objective Basis zu gewinnen. Zu diesem Ende sind die feineren Formverhältnisse der thierischen Organismen nach allen Seiten zu ergründen und zwar nicht nur bei den erwachsenen Geschöpfen, sondern auch in allen frühern Perioden von der ersten Entwicklung an. Sind die Formelemente vollständig erkannt, so ist dann das weitere Ziel den Gesetzen nachzuspüren, nach denen sie entstanden, sich weiter bildeten und schliesslich zu ihrer bleibenden Form gelangten, wobei man nicht umhin wird können, auch ihre Mischungsverhältnisse und ihre Verrichtungen ins Auge zu fassen. Um diese Gesetze zu finden, wird, wie bei Erfahrungswissenschaften überhaupt, aus der Gesammtsumme der einzelnen Thatsachen und Erscheinungen durch fortgesetzte Beobachtungen immer mehr das Zufällige von dem immer Vorhandenen, das Unwesentliche von dem Wesentlichen geschieden, bis nach und nach eine Reihe allgemeiner und allgemeinster Erfahrungssätze sich ergeben, für welche dann schliesslich mathematische Ausdrücke oder Formeln sich ableiten lassen werden, womit dann eben die Gesetze gefunden sind.

Frägt man wie die Histologie diesen Desideraten entspricht und welche Aussichten sie für die nächste Zukunft hat, so fällt die Antwort sehr bescheiden aus. Nicht nur besitzt dieselbe auch nicht ein einziges

Gesetz, sondern es ist auch das Material, aus dem dieselben abgeleitet werden sollen, noch verhältnissmässig so dürftig, dass nicht einmal eine grössere Zahl von allgemeineren Sätzen gesichert erscheinen. Um von einer vollständigen Kenntniss der feineren Zusammensetzung der Thiere überhaupt gar nicht zu reden, so kennen wir nicht einmal von irgend einem Geschöpf den Bau durch und durch, selbst vom Menschen nicht, der doch schon so oft Gegenstand der Forschung war, und daher ist es eben auch bisher nicht möglich gewesen, die Wissenschaft wesentlich ihrem Ziele näher zu bringen. Es wäre jedoch ungerecht, das zu verkennen und schmälern zu wollen was wir besitzen und darf immerhin ausgesprochen werden, dass schon jetzt ein reicher Schatz von Thatsachen und auch einige werthvollere allgemeine Sätze gewonnen sind. Um von den erstern nur das Wichtigste anzudeuten, mag erwähnt werden, dass wir einmal von den fertigen Elementartheilen der höhern Geschöpfe eine sehr befriedigende Kenntniss haben und auch, etwa mit Ausnahme des elastischen Gewebes, der Zahn- und Knochenelemente von ihrer Entwicklung unterrichtet sind. Weniger erforscht ist die Art und Weise, wie dieselben zu den Organen sich vereinen, doch ist auch in diesem Punkte in der neuern Zeit viel geschehen, namentlich beim Menschen, dessen einzelne Organe mit Ausnahme des Nervensystemes, der höhern Sinnesorgane und einiger Drüsen (Leber, Blutgefässdrüsen) nahe bis zum Abschlusse erforscht sind. Wenn hier die Leistungen in derselben Weise sich folgen wie bisher, so wird in wenigen Jahren der Bau des menschlichen Körpers so klar vorliegen, dass mit den uns jetzt zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, ausser etwa im Nervensystem, nichts Wesentliches mehr zu leisten sein wird. Anders steht es mit der vergleichenden Histologie, mit der man kaum begonnen hat und die auch in Anbetracht der Masse des Stoffes nicht Jahre, sondern Jahrzehnde zur Bewältigung brauchen wird. Wer hier etwas Erspriessliches leisten will, der muss durch Monographieen typischer Formen, die den Gesammtbau derselben von der ersten Entwicklung an umfassen, sich eine Uebersicht über alle Abtheilungen der Thiere verschaffen und dann an der Hand der oben bezeichneten Methode die Gesetze zu entwickeln suchen.

Was die allgemeinen Sätze der Histologie anlangt, so ist die Wissenschaft seit *Schwann* nicht gerade namhaft fortgeschritten. Immerhin ist viel gewonnen dadurch, dass nun *Schwann's* Lehren in ihren Grundzügen gesichert sind. Die Behauptung, dass alle höhern Thiere einmal ganz und gar aus Zellen bestehen und ihre höhern Elementartheile aus solchen entwickeln, steht fest, wenn auch dieselbe nicht so aufzufassen ist, als ob nun gerade Zellen oder ihre Derivata die einzigen möglichen oder vorhandenen Elemente der Thiere seien. Ebenso sind *Schwann's* Auffassungen der Genese der Zellen, wenn auch bedeutend modificirt und erweitert, doch nicht wesentlich alterirt worden, indem immer noch der Zellenkern als der Hauptfaktor der Zellenbildung und Zellenvermehrung

dasteht. Am wenigsten weit vorgeschritten sind wir mit Bezug auf die Gesetze, die bei der Entstehung der Zellen und der höhern Elemente obwalten, und ebenso müssen unsere Kenntnisse über die elementären Vorgänge bei der Bildung der Organe noch als sehr mangelhaft bezeichnet werden. Doch ist der richtige Weg zur Aufhellung auch dieser Punkte betreten und wird sicherlich dort eine consequente Erforschung der chemischen Verhältnisse der Elementartheile und ihrer Molecularkräfte im Sinne der Untersuchungen von *Donders, Dubois, Ludwig* u. A. zusammen mit einer immer tiefer dringenden mikroskopischen Analyse derselben, wie sie namentlich bei den Nervenröhren und Muskelfasern sich geltend gemacht und hier eine histologische Behandlung der Entwicklungsgeschichte, wie sie von *Reichert, Vogt*, mir und *Remak* versucht worden ist, den Schleier immer mehr lüften und dem, wenn auch nie ganz zu erreichenden Ziele doch Schritt für Schritt stets näher führen.

§. 3.

Die Hülfsmittel zum Studium der Gewebelehre können hier nur kurz angeführt werden. Was die Literatur anlangt, so finden sich die wichtigern monographischen Arbeiten bei den einzelnen Abschnitten citirt, und werden daher hier nur die grössern selbständigen Werke aufgezählt, in denen weitere Belehrung zu finden ist, als sie hier gegeben werden kann. Billig stellt man *Schwann's* Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839, im Auszug in *Fror.* Notizen 1838, oben an, als die passendste Einleitung in die Gewebelehre. Ausserdem sind zu nennen *X. Bichat Anatomie générale. Tom. IV. Paris* 1801, übersetzt von *Pfaff.* Leipzig 1805; *E. H. Weber* Handbuch der Anatomie des Menschen von *Hildebrandt.* Bd. 1, allgemeine Anatomie. Brauschw. 1830, ein für die damalige Zeit ausgezeichnetes und auch jetzt noch an und für sich als Fundgrube für die ältere Literatur unumgänglich nöthiges Werk; *Bruns* Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen, Braunschweig 1841, sehr klar, bündig und gut; *Henle* allgemeine Anatomie, Leipzig 1841, mit classischer Darstellung des Zustandes der Lehre von den Elementartheilen im Jahre 1840, vielen eigenen Angaben und physiologischen, pathologischen und historischen Bemerkungen; *G. Valentin*, Artikel »Gewebe« in *R. Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie, Bd. 1. 1842; *R. B. Todd* und *W. Bowman the physiological anatomy and physiology of man. Volum. I.* u. *II.* 1. *London* 1845—47, grösstentheils auf eigene Untersuchungen basirt, sehr fasslich und gut; *Bendz Haandbog i den almindelige Anatomie. Kiöbenhavn* 1846 u. 47, mit fleissigen historischen Uebersichten; *A. Kölliker* mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. 2. Band, specielle Gewebelehre, 1. Hälfte und 2. Hälfte 1. Abtheilung. Leipzig 1850—52, mit möglichst vollständiger Darstellung des feineren Baues der Organe und Systeme des Menschen.

Dann sind noch zu vergleichen die Jahresberichte von *Henle* in *Cannstatt's* Jahresbericht und die von *Reichert* in *Müller's* Archiv, welchen letztern eine mehr objective Haltung und ein früheres Erscheinen zu wünschen wäre.

Brauchbare Abbildungen finden sich in allen oben citirten Werken, mit Ausnahme derer von *Bichat, Weber* und *Bruns*, ferner sind die Abbildungen von Injectionen in *Berres* »Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers«, Heft 1—12, Wien 1836—42, grösstentheils ausgezeichnet, ebenso die Darstellungen der Gewebe und Organe in »*R. Wagner's Icones physiologicae*«, 2. Ausgabe, besorgt von *A. Ecker*, trefflich; mittelmässig sind die Abbildungen von *C. J. M. Langenbeck* mikroskopisch-anatomische Abbildungen, Lief. 1—4, Göttingen 1846—51; *Donné, Cours de Microscopie, Paris* 1844, *avec atlas; A. H. Hassal, The microscopic anatomy of the human body, London* 1846—49 und *Mandl, Anatomie microscopique, Paris* 1838—48; dagegen ganz brav die von *Queckett, Catalogue of the histological series in the royal college of surgeons of England. London* 1850. *Vol. I.*

Was Mikroskope anlangt, so will ich meine Meinung dahin abgeben, dass von den leichter zugängigen die von *Plössl, Oberhäuser* und *Schiek* in erster Linie stehen. In Italien verfertigen *Amici*, in England *Ross*, *Powell* u. A. Instrumente, die den genannten ganz die Waage halten, aber für Deutschland nicht weiter in Frage kommen können. In kleinen wohlfeilen, jedoch noch ausgezeichnet brauchbaren Mikroskopen für Studirende und Aerzte zu 115—150 Fr. leistet *George Oberhäuser (Rue Dauphine* 19, *Paris)* das Beste. Die vielgerühmten *Nachet*'schen Instrumente sind zwar gut, stehen aber den *Oberhäuser*'schen nach, dagegen wären auch die kleinen *Schiek* für 40 Thaler und die *Plössl* zu 70—100 Fl. sehr dienlich, wenn diese Optiker dieselbe Productivität entwickelten wie *Oberhäuser*. Wegen des Gebrauches des Mikroskopes verweise ich auf *J. Vogel* Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes, Leipzig 1841; *H. v. Mohl*, Mikrographie, Tübingen 1846; *Harting, het Mikroskoop deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand. Utrecht* 1848—50, 3 *Thle.; Purkinje*, Artikel »Mikroskop« in *Wagner's* Handwörterb. der Physiol., Bd. 2. 1844, in welchen Werken, sowie in den Schriften von *Queckett, a practical treatise on the use of the microscope, Lond.* 1848, übers. von *Hartmann*, Weimar 1850 und *Robin, du microscope et des injections dans leurs applications à l'anatomie et à la pathol. Paris* 1848, auch die Zubereitung der mikroskopischen Objekte zum Theil sehr ausführlich besprochen ist.

Eine Sammlung mikroskopischer Präparate ist für ein genaueres Studium der Gewebelehre unumgänglich nöthig, vor allem Knochen- und Zahnschliffe und Injectionen. Ein jeder kann mit geringer Mühe eine solche in kleinem Maassstabe sich selbst anlegen, wozu er die Anleitung in den am Ende eines jeden Abschnittes des speciellen Theiles stehenden Paragraphen, sowie in den eben citirten Werken findet. Aus-

serdem sind mikroskopische Präparate auch im Tausch oder käuflich zu haben bei *Hyrtl* in Wien, Dr. *Oschatz* in Berlin, bei *Topping, Smith and Back, Hett* u. A. in London, auch in Paris. Die grössten Privat- und öffentlichen Sammlungen mikroskopischer Präparate finden sich in Wien bei *Hyrtl* (Injectionen), in Utrecht bei *Harting* und *Schröder v. d. Kolk* (Injectionen, Schliffe, Muskeln, Nerven), in London im *College of surgeons* (thierische und pflanzliche Gewebe aller Art), bei *Tomes* (Zahn- und Knochenschliffe) und bei *Carpenter* (Hartgebilde niederer Thiere).

Allgemeine Gewebelehre.

I. Von den Elementartheilen.

§. 4.

Untersucht man die festen und flüssigen Bestandtheile des menschlichen Körpers mit Hülfe stärkerer Vergrösserungen, so zeigt sich, dass die von blossem Auge sichtbaren kleinsten Elemente derselben, wie Körner, Fasern, Röhren, Häute noch nicht die letzten Formbestandtheile sind, dass vielmehr Alle neben einer überall verbreiteten ganz flüssigen, oder halbweichen, oder selbst festen homogenen Verbindungssubstanz noch kleine Partikelchen enthalten, die nach den Organen verschieden sind und in gleichen Organen immer in gleicher Weise wiederkehren. Diese sogenannten Elementartheile sind mannigfacher Art, einfachere und zusammengesetzte. Die einfachsten sind ganz gleichartig, ohne Spur einer Zusammensetzung aus heterogenen Theilchen und schliessen sich eng an die anorganischen Formen, die krystallinischen Körner und Krystalle an, die in den thierischen Organismen ebenfalls vorkommen. Andere zeigen schon eine Differenzirung, indem sie aus einer Hülle und einem besonderen jedoch gleichartigen Inhalt bestehen, noch andere endlich sind auch im Inhalte noch weiter geschieden. Die wichtigsten unter allen diesen Formen, die man als »einfache Elementartheile« zusammenfassen kann, sind die Zellen, welche nicht nur der Ausgangspunkt eines jeden pflanzlichen und thierischen Organismus sind, sondern auch entweder als Zellen oder nach Eingehung mannigfacher Metamorphosen den vollendeten thierischen Leib zusammensetzen und in den einfachsten pflanzlichen und thierischen Bildungen (einzelligen Thieren und Pflanzen) sogar Selbständigkeit besitzen. Verglichen mit den Zellen sind alle andern einfachen Elementartheile von ganz untergeordneter Bedeutung, wenn es sich um ihre directe Betheiligung an der Bildung der Gewebe und Organe handelt, dagegen besitzen

dieselben allerdings insofern eine grosse Wichtigkeit, als sie fast alle auch im Innern der Zellen sich finden, und in mannigfacher und zum Theil sehr bedeutungsvoller Weise in den Lebensprocess derselben eingreifen.

Von den einfachen Elementartheilen, die anfänglich das werdende Thier (die Pflanze) für sich allein zusammensetzen, vereinen sich im Laufe der Entwicklung manche in der Weise, dass sie ihre Selbständigkeit verlieren und aufhören als isolirte Elemente zu existiren. So entstehen zusammengesetzte Formen, deren jede genetisch einer ganzen Summe von einfachen entspricht, und die man am passendsten als höhere Elementartheile bezeichnet. Mit Sicherheit ist eine solche Verschmelzung bisher nur bei Zellen beobachtet worden und gehen aus derselben die meisten röhrigen und faserigen Elemente des Körpers hervor.

§. 5.

Bildungs- und Ernährungsflüssigkeit, Verbindungs- oder Grundsubstanz. Während bei den Pflanzen die Elementartheile in weitaus den meisten Fällen direct untereinander sich vereinen, ist bei den Thieren eine besondere, dieselben verbindende Zwischensubstanz sehr verbreitet, die in letzter Linie immer aus dem Blute stammt und in näherer oder entfernterer Beziehung zu demselben steht. Betheiligt sich dieselbe direct an der Bildung der Elementartheile, so heisst sie Bildungsflüssigkeit, *Cytoblastema, Schleiden* (von *κύτος* Bläschen und *βλαστήμα* Keimstoff), ist sie zur Erhaltung derselben da, so wird sie Ernährungsflüssigkeit genannt; hat sie endlich weder mit dem einen noch mit dem andern etwas zu thun, so bezeichnet man sie als Grund- oder Verbindungssubstanz. Das Cytoblastem ist gewöhnlich ganz flüssig, wie beim Blut, Chylus, vielen Drüsensäften, dem Inhalt drüsiger Follikel und bei vielen embryonalen Organen, seltener schleimartig und zähe, wie im gallertigen Bindegewebe von Embryonen (siehe unten), noch seltener fest, wie das Blastem, aus dem die Chorionzotten entstehen und weiter wuchern. Die Ernährungsflüssigkeit nimmt in fertigen Organen die Stelle der Bildungsflüssigkeit ein und ist, ausser wo sie in besonderen Kanälen und Lücken enthalten ist, wie in Knochen, Zähnen und vielleicht in einigen bindewebigen Organen, in so geringer Menge da, dass sie nicht unmittelbar zu beobachten ist. Eine Grundsubstanz endlich findet sich bei den Knorpeln und Knochen als eine feste, selbst beinharte, homogene, körnige oder selbst faserige Verbindungsmasse der zelligen Elemente, die grösstentheils unabhängig von diesen aus dem Blute entsteht.

Das Vorkommen eines festen selbständig wuchernden Blastemes in den Chorionzotten und einer direct aus dem Blute sich ablagernden festen Grundsubstanz zeigt, dass nicht alle festen Theile des Körpers ohne Ausnahme aus Zellen oder in Abhängigkeit von solchen sich bilden, wie *Schwann* dies anzunehmen geneigt war. Einige neuere Autoren, wie *Reichert, Donders* und *Virchow* rechnen auch das physiologische Bindegewebe mit Ausschluss der elastischen Elemente zum

Theil oder ganz zu den nicht aus Zellen hervorgehenden Theilen, jedoch mit Unrecht, wovon unten mehr. Dagegen ist es sicher, dass in pathologischen Bildungen solche Massen sehr verbreitet sind, indem namentlich faserstoffige Exsudate einem guten Theile nach ohne vorhergehende Organisation, d. h. Zellenbildung, zu bleibenden Gewebetheilen sich umwandeln.

A. Einfache Elementartheile.

1. Elementarkörner, Elementarbläschen, Kerne.

§. 6.

In fast allen thierischen Flüssigkeiten, mögen sie in Kanälen sich befinden oder in Zellen eingeschlossen sein, sowie in manchen festeren Geweben finden sich in verschiedener oft ungeheurer Zahl rundliche Körperchen meist von sehr geringer, kaum noch messbarer Grösse. *Henle* hat dieselben Elementarkörnchen genannt und die Vermuthung ausgesprochen, dass dieselben Bläschen seien. Dies ist jedoch nicht überall der Fall, indem sich nachweisen lässt, dass viele dieser Körperchen keine Hülle besitzen. Es gehören hierher die Fetttröpfchen, die in vielen Zellen und manchen Drüsensecreten vorkommen, die Pigmentkörnchen des schwarzen Augenpigments und anderer gefärbter Zellen, die körnigen Niederschläge von Gallenfarbstoff in der Galle, von verschiedenen Salzen in den Nieren und im Harn, endlich die Proteinkörnchen (Eiweisskörnchen), die in den meisten Zellen und Drüsensäften, dann auch in gewissen Theilen der grauen Substanz des centralen Nervensystems und der *Retina* frei sich finden. Von pathologischen, jedoch sehr häufigen Bildungen wären die amorphen Sedimente, dann die Colloidkörner in der *Thyreoidea* und anderwärts, und die *Corpuscula amylacea* des centralen Nervensystemes hierher zu rechnen, obschon dieselben mitunter eine sehr beträchtliche Grösse annehmen. Alle diese Körner ermangeln der Erscheinungen, die man an höhern Elementartheilen beobachtet, wie des Wachsthums von innen heraus, der Vermehrung, der Stoff-Aufnahme und -Abgabe und schliessen sich insofern an die rein anorganischen Formen, die Krystalle an, die man, wenn schon seltener auch in den Organismen findet, wie z. B. in der Milz, in den Lungen (schwarze Stäbchen), im Ohr, in den Zellen der Vorhautdrüsen der Ratte, in den Blutkörperchen des Hundes und der Fische, in den Fettzellen des Menschen und den Zellen des Chorion von Schafembryonen.

Elementarbläschen sind ebenfalls sehr häufig und schliessen sich die meisten derselben physiologisch an die Elementarkörner an, insofern als sie einmal gebildet, sich nicht vergrössern und weder durch Theilung, noch durch endogene Bildungen sich vermehren. Mit ziemlicher Sicherheit lassen sich die Milchkügelchen hierher zählen, die erst in den Zellen der sich bildenden Milch eingeschlossen sind, später in ungeheurer Zahl frei im reifen Secrete sich finden und, wie *Henle* zuerst

ausgesprochen, aus den Fetten der Milch und einer Hülle von Casein bestehen. Auch die unmessbar kleinen Moleküle des Chylus und des Blutes sind nach *H. Müller's* Untersuchungen Fettkügelchen mit einer Proteinhülle, und ähnliche Bläschen möchten auch in den meisten andern fett- und eiweissreichen Flüssigkeiten sich finden. Es ist nämlich seit der Entdeckung von *Ascherson (Müller's Archiv* 1840, pag. 49), dass jedesmal, wenn flüssiges Fett und flüssiges Eiweiss mit einander geschüttelt werden, die entstehenden Fetttröpfchen alle mit zarten Eiweisshüllen sich umgeben, mehr als wahrscheinlich, dass überall, wo im Körper Fett und Eiweiss in flüssigem Zustande in Berührung kommen, ähnliche Bläschen sich bilden.

Eine eigenthümliche Gruppe der Elementarbläschen bilden die im Dotter gewisser Thiere vorkommenden Elemente. Am genauesten kennt man dieselben aus dem Hühnerdotter, dessen längst bekannte Kugeln der eigentlichen Dottersubstanz und der Dotterhöhle, wie *Schwann* richtig fand, alle Bläschen sind, jedoch nicht die Bedeutung von Zellen haben. Die Membranen dieser Dotterbläschen sind ungemein zart und bestehen aus einer Proteinverbindung, der Inhalt ist flüssiges Eiweiss, in welchem bei den Kugeln der Dotterhöhle gewöhnlich ein grosser wandständiger, bei den andern viele grössere und kleinere Fetttropfen liegen. Die Entwicklung dieser Bläschen geht wahrscheinlich von den Fetttropfen aus, wie bei andern Elementarbläschen, von denen sie sich jedoch dadurch unterscheiden, dass sie ein ganz deutliches Wachsthum besitzen und während desselben in ihrem Inhalte Metamorphosen erleiden, indem bei vielen die Zahl der Fetttröpfchen mit dem Alter immer mehr zunimmt. Aehnliche Bläschen sind auch im Dotter der Fische, Krustenthiere und Spinnen nachzuweisen und haben hier, wie bei Vögeln, nur vorübergehende Bedeutung insofern, als sie nicht direct zur Bildung des Leibes des Embryo verwendet werden, sondern demselben nur als Nahrungsmaterial dienen.

Endlich finden sich noch freie Kerne an manchen Orten entweder nur vorübergehend, da wo Zellen direct um Kerne sich bilden, wie im Chylus, den Blutgefässdrüsen, den Peyer'schen Follikeln oder bleibend als eigentliche Gewebstheile wie in der Wand der Thymusbläschen, in der rostfarbenen Schicht des kleinen Gehirns, in der Körnerschicht der *Retina*.

Ueber die Art und Weise der Bildung der sogenannten *Ascherson*'schen Bläschen hat in der neuesten Zeit *von Wittich* Aufschlüsse gegeben *(De hymenogonia albuminis, Regimontii* 1850*)*. Nach *Wittich* wird jedes Mal, wenn Oel und Eiweiss mit einander in Berührung kommen, durch das mit dem Eiweiss verbundene Alkali ein Theil des Fettes verseift, hierdurch die dem Oel zunächst liegende Eiweissschicht, weil ärmer an Alkali, unlöslich gemacht und als *Ascherson*'sche sogenannte Haptogen-Membran präcipitirt. Der Vorgang wäre hiernach ein rein chemischer und nicht ein physikalischer, noch weniger specifisch vitaler. Im Gegensatze hierzu beobachtete jedoch vor kurzem *Harting (Ned. Lanc. Sept.* 1851*)* eine Bildung von Pseudozellen aus Eiweiss beim Schütteln desselben mit Quecksilber, in welchem Falle das Eiweiss sicherlich in eben derselben Weise fest wird, wie beim blossen Schütteln desselben mit Wasser oder sonst *(Melsens* in *Bull. d. l'Ac. d. Belg.*

1850, *Harting l. c.*). Auch wenn beim Zusammenbringen von Eiweiss und Chloroform, Serumcasein und Fett, Chondrin und Chloroform sich Eiweiss-, Casein- und Chondrinmembranen bilden, wie *Panum* beobachtete (siehe zum Theil *Arch. f. path. Anat. IV.* 2) wird es kaum nöthig sein, eine chemische Einwirkung anzunehmen.

2. Von den Zellen.

§. 7.

Die Zellen, *Cellulae*, auch Elementarzellen oder Kernzellen genannt, sind vollkommen geschlossene Bläschen von 0,005 — 0,01‴ (1/200 — 1/100‴) mittlerer Grösse, an denen eine besondere Hülle, die Zellmembran, und ein Inhalt zu unterscheiden sind. Der letztere besteht immer aus Flüssigkeit und geformten Theilchen dieser oder jener Art und einem besonderen rundlichen Körper, dem Zellenkern, *Nucleus*, der wiederum Flüssigkeit und ein noch kleineres Körperchen, das Kernchen oder Kernkörperchen, *Nucleolus*, in seinem Innern enthält. Diese Zellen, die als mit besondern Lebenskräften begabt und der Stoffaufnahme und Verarbeitung, des Wachsthumes und der Vermehrung fähig zu denken sind, setzen nicht nur in den ersten Lebensperioden den Leib der höhern und auch der meisten niedern Thiere für sich allein zusammen, sondern bilden auch die höhern Elementartheile des vollendeten Körpers fast ganz aus sich hervor. Ja selbst bei erwachsenen Geschöpfen finden sich noch an sehr vielen Orten die Elemente in dem einfachen Zustande von Zellen und greifen als solche mehr oder minder, oft ganz entscheidend in die organischen Verrichtungen ein.

Fig. 1.



Es ist noch nicht ganz entschieden, welche Rolle die Zellen bei der Zusammensetzung der einfachsten Thiere spielen. *Siebold* und ich haben die Behauptung ausgesprochen, dass die Protozoen ebenso wie die einfachsten Pflanzen einzellige Organismen seien, es ist jedoch zuzugeben, dass der Beweis hiefür bei manchen derselben, namentlich bei den Rhizopoden, noch nicht zu geben war. Bei allen über den Protozoen stehenden Geschöpfen möchte es als ausgemacht betrachtet werden dürfen, dass ihr Leib aus einem Zellencomplexe hervorgeht, wenn auch dies in den ausgebildeten Thieren, wie z. B. bei den Süsswasserpolypen nach *Ecker*, nicht immer deutlich nachzuweisen ist.

§. 8.

Eine genauere Betrachtung der Verhältnisse der Zellen zeigt folgendes. Ihre Grundform ist die einer Kugel oder Linse, die allen Zellen in ihrem ersten Lebensalter, vielen, wie namentlich den in Flüssigkeiten befindlichen (Blutkörperchen u. A.) beständig zukommt. Seltener auftretende Gestalten sind: 1) die polygonale (Pflasterepitheliumzellen); 2) die kegel- oder pyramidenförmige (Flimmerepithelium); 3) die cylindrische (Cylinderepithelium); 4) die spindelförmige (contractile

Fig. 1. Nervenzellen des *Thalamus opticus* des Menschen, drei davon mit abgerissenen Fortsätzen. 350 mal vergr.

Faserzellen); 5) die plättchenförmige (Epidermisplättchen); 6) die sternförmige (Nervenzellen). — Die Grösse der Zellen sinkt auf der einen Seite, so bei vielen jungen Zellen, den Blutzellen u. s. w., bis zu 0,002—0,003''' herunter und erreicht auf der andern, wie bei den Cysten des Samens und den Ganglienkugeln die von 0,02—0,04'''. — Die grössten thierischen Zellen sind die Dotterzellen oder Eier, namentlich der Vögel und Amphibien und einige aus einer einzigen Zelle bestehende Thiere, die, wie gewisse Gregarinen, bis 0,7''' erreichen.

Die Membran der Zellen ist meist sehr zart, glatt, kaum isolirbar und von einfachen Contouren bezeichnet, seltener von ziemlicher Festigkeit und messbarer Dicke; mit unsern jetzigen Hülfsmitteln zeigt sie keinerlei Structur. Im Innern der Zellen finden sich zu einer gewissen Zeit constant ein oder mehrere Kerne, ausserdem Flüssigkeit und Körner in wechselnden Verhältnissen und von verschiedener Natur. Zellen, die nur Flüssigkeit enthalten, sind selten (Fettzellen, Blutzellen, Zellen der Chorda) und ist dieselbe farblos oder röthlich; die meisten führen ausserdem noch Körperchen (Elementarkörner, Elementarbläschen, auch wohl Krystalle) in grösserer oder geringerer Zahl und zwar haben in der Regel junge Zellen wenige, ältere viele derselben in sich, die sehr oft um den Kern dichter gruppirt sind oder nur eine einzige Stelle einnehmen (gefärbte Ganglienkugeln).

Die chemische Zusammensetzung der Zellen ist noch sehr im Dunkeln. Der Inhalt führt bei den meisten Zellen gewisse allverbreitete Stoffe, die in der Ernährungsflüssigkeit oder im Cytoblastem aufgelöst vorkommen, wie Wasser, Eiweiss, Fett, Extractivstoffe, Salze; sehr verbreitet ist namentlich eine durch Wasser und verdünnte Säuren sich niederschlagende stickstoffhaltige Substanz, die an den Schleimstoff erinnert und die mikroskopische Untersuchung der Zellen und Gewebe sehr erschwert, indem sie dieselben statt hell und klar, trübe und gekörnt erscheinen lässt. Manche Zellen enthalten noch andere Verbindungen, wie die der Leber, der Nieren, des Blutes u. A. Die Zellmembranen bestehen aus einer stickstoffhaltigen Substanz, die bei jungen Zellen unzweifelhaft eine Proteinverbindung ist, wie aus ihrer Löslichkeit in Essigsäure (zum Theil schon in der Kälte) und in verdünnten caustischen Alkalien sich schliessen lässt. Später wird die Membran bei vielen Zellen, jedoch lange nicht bei allen (z. B. bei den Blutkörperchen, tiefsten Epidermis- und Epithelialzellen, den Zellen der drüsigen Follikel nicht) unlöslicher und nähert sie sich hie und da der Substanz des elastischen Gewebes mehr oder weniger.

Der Zellenkern ist ein kugeliger oder linsenförmiger, wasserheller oder in's Gelbliche spielender Körper, der im Mittel 0,002—0,004''' misst, selten die Grösse von 0,01—0,04''' erreicht, wie in Ganglienkugeln und Eiern. Alle Kerne sind Bläschen, was schon *Schwann* vermuthete und ich an Embryonen und erwachsenen Thieren als allgemeine und ursprüngliche Bildung erkannte. Ihre Hülle ist bei kleinern sehr zart, eine

einfache dunkle feine Linie, bei den grössern ist sie stärker, selbst von messbarer Dicke und von doppelten Rändern begrenzt, so bei den Kernen der Ganglienkugeln, Eier und vieler Embryonen. Der Inhalt der Kernbläschen besteht, abgesehen vom *Nucleolus* fast ohne Ausnahme aus einer wasserhellen oder leicht gelblichen, nie dunkler gefärbten Flüssigkeit, in der durch Wasser und Essigsäure dieselben dunkeln Körnchen sich niederschlagen, wie in den Zellen, wesshalb auch die Kerne bei den gewöhnlichen Untersuchungsmethoden niemals ihr natürliches gleichartiges helles Ansehen haben. Seltener enthalten die Kerne einen geformten Inhalt, wie im *Sperma* die Samenfäden, in den Eiern besondere Körner, die sogenannten Keimflecken, ebenso in den Fettzellen von *Piscicola (Leydig)*. In chemischer Beziehung ist von den Kernen nur so viel zu sagen, dass ihre Membranen stickstoffhaltig sind und im Allgemeinen von der die jüngeren Zellmembranen bildenden Substanz nicht gerade bedeutend abweichen; doch lösen sich dieselben in Alkalien langsamer und werden von verdünnter Essigsäure und Mineralsäuren nur wenig angegriffen. Durch letzteres nähern sie sich dem elastischen Gewebe, von dem sie jedoch durch ihre leichte Löslichkeit in Alkalien ganz wesentlich sich unterscheiden.

Die Kerne finden sich nach meinen Beobachtungen durchaus in allen Zellen von Embryonen und Erwachsenen, so lange sie noch jung sind. Gewöhnlich findet sich in jeder Zelle nur Ein Kern, ausser wenn dieselbe sich vermehrt; in diesem Falle treten aber, je nach der Zahl der entstehenden Zellen, zwei oder mehr Kerne auf. In gewissen Zellen finden sich zahlreichere Kerne, so in denen des Samens 4, 10 bis 20 und darüber, ebenso in denen der *Substantia grisea centralis* des Rückenmarks, der Nebennieren, der *Hypophysis*, in den Leberzellen von Embryonen, den fötalen Knochenmarkzellen und andern. Dass Kerne auch frei vorkommen und an der Bildung gewisser Gewebe sich betheiligen, wurde schon früher angegeben.

Die Kernkörperchen oder Kernchen *(Nucleoli)* sind runde, scharfbegrenzte, meist dunkle, Fettkörnern ähnliche Körper, die im Mittel 0,0010 — 0,0015‴ messen, manchmal fast unmessbar klein sind und bei Embryonen, dann in den Keimbläschen der Eier als Keimflecke und in den Ganglienkugeln 0,003 — 0,01‴ betragen. Wahrscheinlich sind dieselben überall Bläschen, wie ihre stets scharf umschriebene Gestalt, ihre Aehnlichkeit mit Elementarbläschen, dann aber auch der Umstand vermuthen lässt, dass in gewissen Zellen, namentlich in Eiern und Ganglienkugeln, häufig eine mit heller Flüssigkeit gefüllte grössere oder kleinere Höhlung in ihnen sich entwickelt. Die chemische Zusammensetzung der *Nucleoli* ist unbekannt. Ihr äusseres Ansehen, ihre Aehnlichkeit mit den Elementarbläschen, ihr Verschwinden in caustischen Alkalien und ihre Unlöslichkeit in Essigsäure sprechen für Fett, die Membranen könnten, wie bei den Elementarbläschen, eine Proteinverbindung sein. — Kernkörperchen finden sich in der grossen Mehrzahl der Kerne, so lange

diese noch jung sind, in vielen so lange sie bestehen, doch gibt es auch Kerne, in denen Kernkörperchen nicht mit Bestimmtheit sich erkennen lassen, oder wenigstens erst in spätern Zeiten deutlich werden und es kann daher vorläufig der *Nucleolus* nicht so unbedingt wie der Kern als wesentlicher Bestandtheil der Zelle angesehen werden. Gewöhnlich enthält ein Kern nur Einen *Nucleolus*, häufig sind zwei, selten drei und in ganz vereinzelten Fällen vier oder fünf derselben vorhanden, die dann entweder excentrisch oder frei im Kerne liegen.

In der neuesten Zeit hat *Donders* in einer sehr bemerkenswerthen Arbeit (siehe unten) die Behauptung ausgesprochen, dass alle Zellmembranen aus einer und derselben oder doch wenigstens aus sehr nahe verwandten Substanzen bestehen, welche in ihren Eigenschaften mit der Substanz des elastischen Gewebes übereinkommen. Ich für mich bin der Ansicht, dass alle thierischen Zellmembranen ursprünglich aus demselben Stoffe und zwar aus einer Proteinverbindung bestehen, dass aber in Folge nachträglicher Metamorphosen Verschiedenheiten der Zusammensetzung und der Reaction sich ausbilden können. So werden viele Membranen mit der Zeit resistenter und nähern sich, wie *Donders* mit Recht angibt, dem elastischen Gewebe, andere wandeln sich in leimgebendes Gewebe um, so die der Bildungszellen des Bindegewebes und der Knorpelzellen bei der Ossification, noch andere in Syntonin, wie in den glatten Muskeln, in den sog. Hornstoff u. s. w. Nehmen wir eine Proteinverbindung als primitive Zellmembran an, wie dies eben nach der Reaction junger Zellen, embryonaler Parenchyme kaum anders möglich ist, so gewinnen wir dann auch eine Uebereinstimmung mit den pflanzlichen Zellen, indem dann der wahrscheinlich aus einer Proteinsubstanz bestehende Primordialschlauch dieser der thierischen Zellmembran analog gesetzt werden kann, während die Cellulosenmembran als secundäre Bildung, als Ausscheidungsproduct erscheint. So kann die Sache auch bei den thierischen aus Cellulose gebildeten Geweben der *Tunicata* sich verhalten, in welchem Falle meine Behauptung, dass hier Zellmembranen aus Holzfaser sich finden und die von *Schacht (Müll. Arch.* 1851*)*, dass dieselben stickstoffhaltig seien, sich zusammen vertrügen — Rechtfertigt die Zukunft diese Vergleichung der thierischen Zelle mit dem Primordialschlauche der Pflanzen, so würde sich dann bei den Thieren weiter fragen, ob nicht vielleicht alle sogenannten chemischen Metamorphosen der Zellmembran nur auf Rechnung von Ablagerungen kommen, die auf die äussere Seite derselben sich niederschlagen, ähnlich der Cellulose bei den Pflanzen, so dass vielleicht neben der ursprünglichen Proteinmembran noch secundäre elastische Membranen oder leimgebende Hüllen u. s w. zu unterscheiden wären und selbst die bedeutendsten Verdickungen der thierischen Zellen analog denen bei verholzenden Pflanzenzellen an der Aussenseite der Proteinmembran geschähen, so dass z. B. innerhalb verknöcherter Knorpelzellen vielleicht noch die ursprüngliche Zellmembran sich fände.

In allen normalen Zellen höherer Thiere lassen sich die Kerne leicht als Bläschen nachweisen, am schönsten bei den Embryonen; nur bei den direct um Kerne entstehenden Zellen sind die Kerne anfänglich mehr homogen und zeigen erst später eine deutliche Membran. In pathologischen Bildungen ist dieses Verhalten der Kerne, das man als eine unentwickelte Form bezeichnen kann, sehr häufig und ebenso sind auch die kernartigen Gebilde der Protozoen meist homogene Körper.

§. 9.

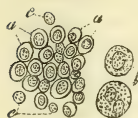
Bildung der Zellen. Mit Bezug auf die Bildung der Zellen hat man zu unterscheiden zwischen der freien Entstehung derselben

und ihrer Erzeugung durch Vermittlung anderer Zellen. Bei der erstern gestalten sich die Zellen unabhängig von andern in einer bildungsfähigen, d. h. namentlich Protein, Fette und Salze aufgelöst enthaltenden Flüssigkeit, *Cytoblastema*, Schleiden, bei der andern oder der Zellenvermehrung sind es schon vorhandene Zellen, welche entweder in sich sogenannte Tochterzellen hervorbringen oder durch Theilung sich vervielfältigen, endogene Zellenbildung und Zellenbildung durch Theilung. Beide Arten der Zellenbildung kommen darin überein, dass die Zellenkerne eine sehr wesentliche Rolle bei denselben spielen und als eigentliche Bildungspunkte der werdenden Zellen erscheinen.

§. 10.

Die freie Zellenbildung ist beim Menschen und bei höhern Thieren viel weniger verbreitet, als man bisher angenommen hat und fällt unter den Begriff derselben, soviel man weiss, nur die Bildung der Chylus- und Lymphkörperchen, der Zellen gewisser Drüsensäfte (Samenzellen, Eier) und drüsenartiger Organe (geschlossene Follikel des Darmes, Lymphdrüsen, Milzkörperchen und Milzpulpe, Thymus), endlich der zelligen Elemente im schwangern Uterus, im *Corpus luteum,* im Mark fötaler Knochen und in den weichen ossificirenden Blastemen. Die einzelnen Vorgänge bei dieser Zellenbildung liessen sich bis anhin besonders bei den erstgenannten Zellen verfolgen, doch fehlt noch Manches zu einer vollständigen Einsicht in dieselben. So viel ist sicher, dass der Entstehung der Zellen immer die Bildung von Zellenkernen vorangeht, zweifelhaft dagegen, wie diese sich gestalten. Im Chylus und in der Milz sieht man als erste Anfänge der Zellenbildung rundliche, homogen aussehende Körperchen von 0,001—0,002''', die an Grösse etwas zunehmend bald deutlich als Bläschen erscheinen und auch bei Wasserzusatz im Innern neben kleinen Körnern öfter ein grösseres Korn, wie einen *Nucleolus* zeigen. Ob dieser letztere, wie es bei der nicht freien Zellenbildung gewiss ist, vor dem Kerne entsteht und die Bildung desselben bedingt oder erst nachträglich in ihm sich gestaltet, wie ferner die Kerne selbst sich entwickeln, ob als anfangs homogene und erst in zweiter Linie eine Differenz zwischen äussern und innern Theilen, mithin Hülle und Inhalt zeigende Körperchen oder von vorne herein als Bläschen, ist vorläufig nicht zu entscheiden.

Fig. 2.



Sind die Kerne gebildet, so entstehen um dieselben die Zellmembranen und zwar nicht immer in gleicher Weise. Einmal nämlich lagern sich dieselben direct um den Kern an, so dass die eben entstandene Zelle nur um weniges grösser ist als ihr Kern, oder es umgibt sich zweitens der letztere mit einer gewissen grössern oder geringern Menge von fester werdendem Cytoblastem und schiesst erst um dieses Umlagerungsgebilde, das ich mit dem Namen Umhüllungskugel bezeichnete, eine Membran

Fig. 2. Inhalt eines Malpighi'schen Körperchens vom Ochsen, 350 mal vergr. *a*. Kleine, *b*. grössere Zellen, *c*. freie Kerne.

an. Dieser letztere Fall ist bei der freien Zellenbildung bisher nur beim Ei mit Sicherheit beobachtet worden, bei welchem das zuerst entstehende Keimbläschen, *i. e.* der Kern der Eizelle, mit etwas Dotter sich umhüllt, bevor die Dotterhaut entsteht. Dagegen ist die Zellenbildung direct um den Kern an allen den andern oben bezeichneten Orten zu finden und gibt sich namentlich dadurch kund, dass überall neben freien Kernen und grössern Zellen auch ganz kleine Zellen da sind, die den Kern eng umschliessen oder nur wenig von demselben abstehen. Es kann übrigens noch bemerkt werden, dass vielleicht auch in diesen Fällen die Zellmembranen schon bei ihrer Entstehung durch eine ganz geringe Menge von Cytoblastem, welche zu beobachten ausser den Grenzen der Möglichkeit liegt, von den Kernen geschieden sind.

Die freie Zellenbildung ist in pathologischen Productionen sehr verbreitet und entstehen die Zellen im Eiter und in Exsudaten aller Art auf diese Weise, ja es gehört eigentlich alle pathologische Zellenbildung ursprünglich hieher. Gewöhnlich entstehen hier die Membranen direct um den Kern, seltener, wie es scheint, um Umhüllungskugeln. Mit Bezug auf physiologische Vorgänge ist man, wie ich schon früher gezeigt, mit Statuirung einer freien Zellenbildung viel zu freigebig gewesen, und hat dieselbe namentlich bei den Epithelial- und Horngebilden, sowie bei manchen Drüsensäften ohne bestimmte Beweise angenommen. — Die Botanik kennt keine freie Zellenbildung.

§. 11.

Die Bildung von Zellen in andern oder die endogene Entstehung derselben ist sehr verbreitet und bei Embryonen leicht zu beobachten. Die gewöhnlichste Form dieser Zellengenese ist die, dass eine sogenannte Mutterzelle zwei Tochterzellen erzeugt, die sie von Anfang an ganz erfüllen. Das erste, was man in diesem Falle an der Mutterzelle bemerkt, ist eine Metamorphose ihres Kernes, der wächst, zwei *Nucleoli* er hält, länglich rund wird und in zwei zerfällt. Ist dies geschehen, so weichen die Kerne etwas auseinander und dann tritt zwischen den Zellen eine Scheidewand auf, welche die Mutterzelle in zwei vollkommen getrennte Räume scheidet, von denen jeder einen Kern und die eine Hälfte des Inhaltes derselben umfasst. Die Art und Weise, wie die Vermehrung des Kernes zu Stande kommt, ist noch nicht genau anzugeben, doch ist so viel sicher, dass wo eine bestimmte Beobachtung möglich ist, immer zuerst die Kernkörperchen durch Theilung in zwei zerfallen und dann etwas auseinander rücken. In den zugleich hiermit länglich gewordenen Kernen erscheint dann als erste Spur ihrer Theilung in der Regel eine mittlere Scheidewand, die in günstigen Fällen als von zwei mit ebenen Flächen dicht aneinander liegenden und den

Fig. 3.

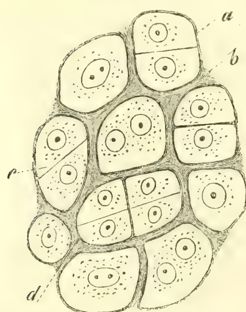
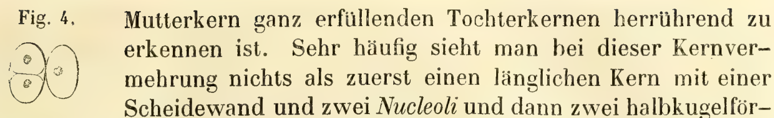


Fig. 3. Aus dem Kopfknorpel einer ältern Froschlarve. Mutterzellen mit 1 und 2 Kernen oder 2 und 4 Tochterzellen und etwas Verbindungssubstanz, 350 mal vergr.

Fig. 4.



Mutterkern ganz erfüllenden Tochterkernen herrührend zu erkennen ist. Sehr häufig sieht man bei dieser Kernvermehrung nichts als zuerst einen länglichen Kern mit einer Scheidewand und zwei *Nucleoli* und dann zwei halbkugelförmige, mit ebenen Flächen aneinanderliegende Kerne, ohne dass es möglich wird, den Nachweiss einer endogenen Kernbildung mit Bestimmtheit zu geben, um so weniger, da nicht zu bezweifeln ist, dass neben einer solchen auch eine Vermehrung der Kerne durch Theilung sich findet, bei welcher ein länglicher Mutterkern mit zwei Kernkörperchen durch eine immer tiefer greifende mittlere Einschnürung schliesslich in zwei zerfällt.

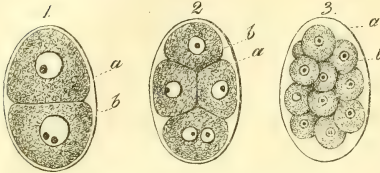
Das weitere Schicksal der Mutterzellen mit Scheidewand und zwei Kernen ist nicht überall dasselbe. Als Regel ist anzusehen, dass später in jeder derselben zwei vollständige Tochterzellen deutlich werden, was als Beweis dienen kann, dass die Scheidewand von Anfang an eigentlich doppelt ist. Andere Male sind gesonderte Tochterzellen nicht zu erkennen, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass es auch eine Zellenvermehrung durch blosse Scheidewandbildung gibt, nur so viel, dass in solchen Fällen die Tochterzellen nicht von den Mutterzellen sich abgrenzen. Mag der Vorgang nun in dieser oder jener Weise auftreten, so bleibt es selten bei seinem einmaligen Zustandekommen, vielmehr wiederholt sich derselbe eine gewisse, oft sehr bedeutende Zahl von Malen, ja selbst so lange, als der Organismus wächst. Hierbei bestehen dann entweder die Mutterzellen fort, oder sie verschwinden früher oder später als histologisch gesonderte Gebilde und verschmelzen mit der die Zellen verbindenden Grundsubstanz. — Das Vorkommen dieser endogenen Zellenbildung, die man Zellenbildung um den gesammten Inhalt nennen kann und die im Wesen mit der freien Zellenbildung um Umhüllungskugeln übereinstimmt, ist sicher constatirt bei den jungen Knorpeln aller Thiere und findet sich wahrscheinlich auch in embryonalen Organen überhaupt, bei denen von dem Momente an, wo sie aus wirklichen Zellen bestehen, das gesammte Wachsthum vorzüglich auf einer Vermehrung der vorhandenen Zellen von sich aus ohne freie Zellenbildung beruht. Da jedoch noch unentschieden ist, ob nicht vielleicht auch die Zellenbildung durch Theilung, auf die man erst in der neuesten Zeit aufmerksam geworden ist, da oder dort eine Rolle spielt, so wird man mit Bezug auf das letztere sein Urtheil noch zurückhalten müssen, bis speciellere Untersuchungen vorliegen und dasselbe gilt auch für manche Organe des Erwachsenen, wie für die Horngebilde und gewisse Drüsensäfte. Nur wo hier Tochterzellen in Mutterzellen beobachtet sind, wie namentlich in der *Hypophysis* und in den Nebennieren, kann natürlich über die Existenz der endogenen Zellenbildung kein Zweifel sein.

Ausser dieser verbreitetesten Form der endogenen Zellenbildung gibt es noch einige andere.

Fig. 4. Ein länglicher und ein von 2 Tochterkernen ausgefüllter Kern aus dem Ei einer *Ascaris dentata*, 350 mal vergr.

1) In den Eiern der meisten Thiere findet sich zur Zeit der ersten Entwicklung ein eigenthümlicher Vorgang, die sog. **Dotterfurchung**, welche als Einleitung zur Bildung der ersten Zellen der Embryonen anzusehen ist und, weil das Ei die Bedeutung einer einfachen Zelle hat, unter den Begriff der endogenen Zellenbildung fällt. Diese Furchung beruht im Wesentlichen auf folgendem. Nachdem der ursprüngliche Kern der Eizelle, das Keimbläschen, mit der Befruchtung verschwunden ist, bilden die Körner des Dotters nicht mehr einen compacten Haufen wie früher, sondern zerstreuen sich und erfüllen die ganze Eizelle. Dann entsteht als erstes Zeichen der beginnenden Entwicklung mitten im Dotter um einen neuen *Nucleolus* ein neuer Kern, der erste Kern des Embryo, der als Anziehungspunkt auf den Dotter einwirkt und denselben wieder zu einem kugeligen Haufen, der ersten Furchungskugel, vereinigt. In weiterer Entwicklung bilden sich aus dem ersten Kerne durch endogene Zeugung zwei neue, die, sobald sie durch Auflösung ihres Mutterkernes frei geworden sind, sich etwas von einander entfernen, als neue Centra auf die Dotterkörner einwirken, und so die erste Furchungskugel in zwei zerfällen. In gleicher Weise geht dann die Vermehrung der Kerne und der Furchungskugeln und zwar die erstere immer voranschreitend fort, bis eine sehr grosse Zahl von kleinen Kugeln vorhanden ist, die den ganzen Raum der Dotterzelle erfüllen; nur ausnahmsweise zerfallen die Kugeln erst, wenn die Kerne sich bis auf drei oder vier vermehrt haben, so dass dann aus jeder derselben statt zwei unmittelbar drei oder vier Kugeln werden. Diesen Vorgang nennt man die **totale** Furchung, weil hier der ganze Dotter um die neugebildeten Kerne sich anlegt; die **partielle** Furchung stimmt dem Wesen nach mit ihr vollkommen überein, und ist nur dadurch verschieden, dass bei ihr nicht aller Dotter, sondern je nach den verschiedenen Thieren ein kleinerer oder grösserer Theil desselben die entstehenden Kerne umhüllt.

Fig. 5.



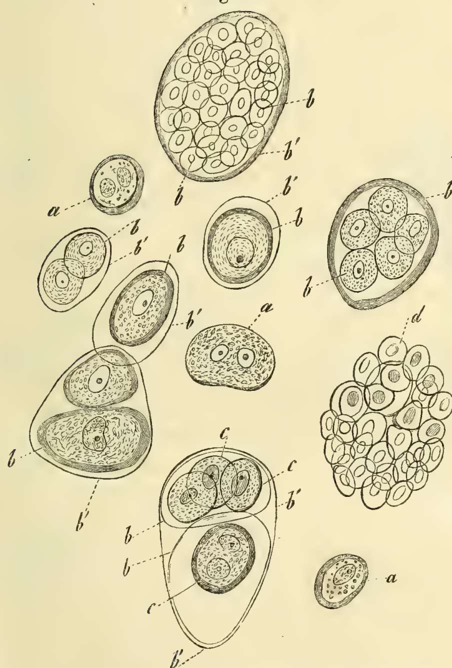
Hat der Furchungsprocess ein gewisses Stadium erreicht, so umgeben sich die Furchungskugeln alle auf einmal oder lagenweise mit Membranen und werden zu wirklichen Zellen, woraus sich eben die Berechtigung ergibt, diesen Vorgang der endogenen Zellenbildung unterzuordnen. In der That ist derselbe nichts anderes, als eine Einleitung zur Zellenbildung in der Eizelle und weicht von den gewöhnlichen Erscheinungen dieser Art nur dadurch ab, dass einmal der Kern der Mutterzelle oder das Keimbläschen in der Mehrzahl der Fälle (eine Betheiligung desselben sah *J. Müller* bei den Schnecken, die in der *Synapta digitata* sich bilden) nichts

Fig. 5. Drei Eier von *Ascaris nigrovenosa*, 1. aus dem zweiten, 2 aus dem dritten und 3 aus dem fünften Stadium der Furchung mit 2, 4 und 16 Furchungskugeln. *a*. Aeussere Eihülle, *b* Furchungskugeln. In 1 enthält der Kern der untern Kugel zwei *Nucleoli*, in 2 die unterste Kugel zwei *Nuclei*.

mit demselben zu thun hat, zweitens die Mutterzelle selbst persistirt und drittens die in derselben durch successive Vermehrung von Kernen sich bildenden Inhaltsportionen erst in spätern Generationen zu Zellen sich gestalten. Diese Betrachtungsweise ist um so mehr gerechtfertigt, als auch die aus der Umwandlung der letzten Furchungskugeln entstandenen Zellen noch lange fort durch endogene Zeugung (oder Theilung) sich vermehren, und man kann den gesammten Furchungsprocess als eine Art endogener Zellenbildung ansehen, bei der es wegen der Schnelligkeit, mit welcher die Kerne sich vermehren, bei den ersten Generationen von Kugeln nicht zur Bildung von Membranen kommt.

2) In einigen Beziehungen sich anschliessend an die Furchung sind die Formen von endogener Zellenbildung, bei denen im Innern nicht vergehender Mutterzellen eine grössere oder geringere Zahl von Tochterzellen sich bildet, wie man dies in Knorpeln hie und da und in den Nebennieren und der *Hypophysis* zu sehen Gelegenheit hat. In diesem Falle entstehen entweder in gewöhnlicher Weise in einer Zelle zwei sie ganz oder fast ganz erfüllende Tochterzellen und aus diesen durch fortgesetzte Vermehrung noch andere Generationen, die bald ganz frei liegen, bald alle oder einzelne in Mutterzellen der zweiten und der spätern Generationen eingeschlossen sind, oder es bildet sich in einer Zelle mehr frei im Innern nur Eine Tochterzelle, von welcher aus dann in dieser oder jener Weise die Zellenbildung fortschreitet.

Fig. 6.

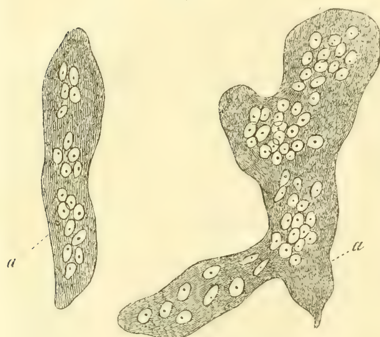


An die endogene Zellenvermehrung reiht sich auch am füglichsten die Bildung einer grössern Zahl von Kernen innerhalb von Zellen,

Fig. 6. Knorpelzellen aus einem faserigen, sammtartigen Gelenkknorpel der *Condyli ossis femoris* des Menschen, 350 mal vergr., alle in faseriger Grundsubstanz liegend und leicht sich isolirend. *a*. Einfache Zellen mit oder ohne verdickte Wand, einem oder zwei Kernen; *b*. Tochterzellen oder Zellen der ersten Generation mit 1 oder 2 Kernen, zu einer, zweien, fünfen und vielen in Mutterzellen *b'*; *c*. Zellen der zweiten Generation zu in 1—3 Zellen der ersten; *d*. freigewordene Gruppe von Tochterzellen.

welche häufig der Zellenbildung vorangeht, aber auch für sich bestehen kann. Schon bei der gewöhnlichen endogenen Zellenbildung (und auch bei der Furchung) bemerkt man nicht selten drei und vier Kerne in einer Mutterzelle, so dass dann statt zwei, mehr Tochterzellen auf einmal entstehen, so z. B. in den Leberzellen von Embryonen. Bei gewissen Thieren *(Cucullanus, Ascaris dentata, Distoma, Cestoiden)* bilden sich statt Furchungskugeln in den ersten Stadien der Entwicklung nur Kerne in der Eizelle, welche erst später, wenn sie durch successive endogene Vermehrung zu einem grossen Haufen sich angesammelt haben, mit Zellmembranen sich umgeben. Aehnliches scheint in den Zellen des Keimes der *Crustaceen* statt zu haben, in denen oft 10—20 Kerne sich finden *(Rathke, de anim. crust. gen. Regim. 1844)*. Dagegen stehen die vielen Kerne in den Samenzellen der meisten Thiere in der Regel in keinem Zusammenhang mit der Zellenbildung, indem in denselben die Samenfäden sich entwickeln, und dasselbe gilt von denjenigen Zellen niederer Thiere, deren mehrfache Kerne in Nesselorgane sich umbilden. Zweifelhaft ist die Bedeutung der vielen Kerne in gewissen Nerven-Zellen und in den grossen Zellen des Knochenmarks, die *Robin* und ich aufgefunden haben; bei den letztern ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass die Kernvermehrung eine Einleitung zum Zerfallen derselben in kleinere Zellen ist. — In allen den genannten Fällen ist mit Leichtigkeit estzustellen, dass die Kerne von sich aus sich vermehren, dagegen meist zweifelhaft, ob dies durch Theilung oder endogene Zeugung geschieht.

Fig. 7.



Die Zellenbildung um einen Haufen von Blastem, der im Innern einen Kern enthält, die entweder als freie oder als endogene (Zellenbildung um Inhaltsportionen) vorkommen kann, ist schon von *v. Siebold* bei den Eiern von *Distoma globiporum* und von *Bergmann* bei den Furchungskugeln von *Rana* gesehen, jedoch nicht weiter gewürdigt worden. *Vogt* und *Nägeli* waren die ersten, welche diese Zellenbildung als eine Abweichung von der *Schleiden-Schwann*'schen Theorie erklärten, worauf ich auf Beobachtung an Embryonen gestützt 1844 *(Entw. d. Cephalopoden)* diese Art der Zellenbildung unter dem Namen „Zellenbildung um Umhüllungskugeln" als zweite Art neben die direct um Kerne stellte, und sie als eine sehr verbreitete, bei Embryonen anfänglich allein vorkommende bezeichnete. Spätere Beobachtungen an normalen und pathologischen Theilen haben diese Anschauung gestützt und bedarf es eigentlich jetzt eher des Beweises, dass eine Zellmembran auch direct um den Kern sich bilden kann als des Gegentheiles. Endogene Zellenbildung kommt in manchen pathologischen Producten vor, am häufigsten beim Krebs, doch sind die einzelnen Vorgänge bei der-

Fig. 7. *a*. Eigenthümliche granulirte Zellen mit vielen Kernen aus den jüngsten Markräumen der platten Schädelknochen des Menschen, 350 mal vergr.

selben noch nicht genau fixirt. Bei Pflanzen ist diese Vermehrung der Zellen die verbreitetste nnd tritt dieselbe gewöhnlich als Zellenbildung um Inhaltsportionen, seltener (im Embryosack) frei im Innern von Mutterzellen auf.

§. 12.

Eine Vermehrung der Zellen durch Theilung ist ganz sicher vorhanden bei den rothen Blutkörperchen von Hühner- und Säugethierembryonen und den ersten farblosen Blutkügelchen von Froschlarven *(Remak)* und findet sich wahrscheinlich auch bei den farblosen Blutkügelchen von Embryonen und den Chyluskörperchen erwachsener Säuger unter gewissen Verhältnissen. In allen diesen Fällen sieht man in länglich werdenden Zellen aus dem ursprünglich einfachen Kerne allem Anscheine nach ebenfalls durch Theilung zwei sich bilden, dann die Zellen in der Mitte sich einschnüren, um die auseinander gerückten Kerne sich immer mehr zusammenziehen und schliesslich in zwei zerfallen, von denen jede ihren Kern enthält. Bei Hühnerembryonen sieht man die Blutkügelchen in allen denkbaren Stadien dieses Zerfallens, so dass dieselben zuletzt nur noch durch einen dünnen Faden zusammenhängen und können über das wirkliche Vorkommen dieser Art der Zellenvermehrung nicht die geringsten Zweifel obwalten.

Fig. 8.

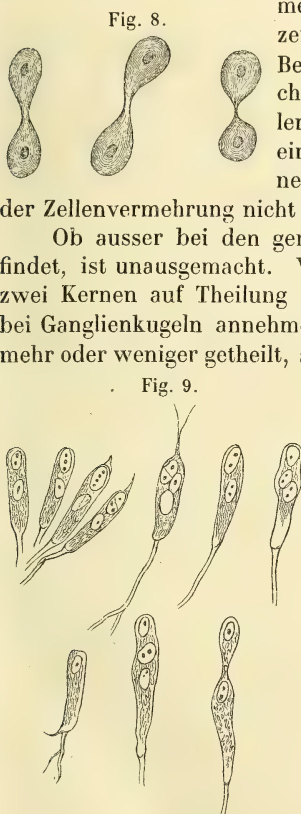


Fig. 9.

Ob ausser bei den genannten Zellen eine Theilung auch sonst sich findet, ist unausgemacht. Wenn es erlaubt ist eingeschnürte Zellen mit zwei Kernen auf Theilung zu beziehen, so kann man eine solche auch bei Ganglienkugeln annehmen, die bei jüngern Säugethieren nicht selten mehr oder weniger getheilt, selbst nur durch eine schmale Brücke verbunden gefunden werden *(meine mikrosk. Anat. II. 1. pg. 535)*, ferner bei den Flimmerepitheliumzellen, die, wenn auch selten, 2 oder 3 hintereinanderliegende Ausbuchtungen, jede mit einem Kern besitzen. Eine eigenthümliche Art der Zellenvermehrung, die noch am nächsten an die Theilung sich anschliesst, kommt bei den Bildungszellen des Elfenbeins vor, die unter beständigem Längenwachsthum von Zeit zu Zeit ihre Kerne vermehren und sich einschnüren, so dass, während der dem Elfenbein zugewendete Theil derselben ossificirt, der andere gewissermassen als Reserve zur Nachbildung neuer ossificirender Theile dient.

Schwann wusste von einer Zellentheilung nichts; der erste, der eine solche an Blutkörperchen von Embryonen sah, ist *Remak (med. Vereinsz.* 1841, *No.* 27,

Fig. 8. Blutkügelchen der Hühnerembryonen in Theilung begriffen, 350 mal vergr.
Fig. 9. Elfenbeinzellen vom Hund, 350 mal vergr.

Schmidt's Jahrbücher 1841. *pg.* 145, *Canst. Jahresb.* 1841), doch nahm er später seine Angaben wieder zurück (*Diagn. und path. Unters. pg.* 100), um erst jetzt, nachdem ich dieselben bestätigt und als richtig erklärt hatte (*Wiegmann's Archiv. Jahrg.* 13, *Bd.* 1, *pg.* 19) wieder für dieselben sich auszusprechen (*Entwickl. d. Wirbelth. l.*). Höchst wahrscheinlich ist diese Art der Zellenbildung sehr verbreitet und könnte es sich leicht ergeben, dass in vielen embryonalen und bleibenden Geweben, in denen eine Vermehrung der Zellen von sich aus feststeht und doch keine Mutterzellen mit Tochterzellen nachzuweisen sind, nicht die endogene, sondern die Zellenbildung durch Theilung Platz greift. Mit Bestimmtheit ist die Quer- und Längstheilung der *Protozoen* hieher zu zählen, da diese Thiere den Bau von einfachen Zellen haben und ihr kernartiger Körper in ganz ähnlicher Weise an der Spaltung sich betheiligt, wie bei gewöhnlichen Zellen der Zellenkern. In pathologischen Bildungen ist Zellentheilung noch nicht beobachtet. Auch im Pflanzenreiche ist dieselbe selten und nur bei niedern Organismen gesehen, es sei denn, man wolle die von *Mohl* geschilderte Abschnürung des Primordialschlauches bei der endogenen Zellenbildung hieher rechnen.

§. 13.

Theorie der Zellenbildung. Unter den wenigen Hypothesen, welche bisher zur Erklärung der Zellenbildung aufgestellt worden sind, ist gewiss die von *Schwann*, welcher dieselbe mit der Krystallbildung vergleicht, die anziehendste. Ohne die Differenzen zwischen einem Krystall und einer Zelle zu übersehen, die besonders darin liegen, dass ersterer ganz solid und gleichartig ist, nur durch Apposition wächst und von Flächen und Kanten begrenzt ist, macht *Schwann* den Versuch, die Zellenbildung als eine Krystallisation organischer Substanzen aufzufassen und aus der Permeabilität dieser die Abweichungen in den Erscheinungen beider abzuleiten. In einer organische Substanzen in reichlicher Menge aufgelöst enthaltenden Flüssigkeit schlägt sich ein Korn, der *Nucleolus*, nieder. Gebildet zieht derselbe Molecüle aus dem Cytoblasteme an und wird so zum Kern, den *Schwann* noch als solid auffasst. Dieser wirkt nochmals attrahirend, die auf ihn sich anlegenden Molecüle condensiren sich immer mehr, bis sie endlich eine Membran darstellen, welche dann schliesslich, indem sie durch ihre Poren flüssiges Cytoblastem durchtreten lässt, von dem Kerne sich abhebt, womit eben die Zelle gegeben ist. — An dieser Darstellung ist ausser der gewandten, geistreichen Durchführung der Grundidee, die im Originale nachzusehen ist, auf jeden Fall das zu loben, dass dieselbe auch bei der Zellenbildung eine Molecularattraction analog der bei der Bildung der Krystalle wirksamen annimmt, da für das Vorhandensein einer solchen zu bestimmte Thatsachen sprechen, die freilich *Schwann* zum Theil nicht einmal alle bekannt waren, wie die Einwirkung der Kerne bei der Furchung, bei der Zellentheilung, der Zellenbildung um Inhaltsportionen, der Saftströmung, der Bildung von körnigen Niederschlägen in den Zellen; dagegen heisst es offenbar zu weit gehen, wenn man die Zellenbildung einfach als Krystallisation von organischen imbibitionsfähigen Substanzen bezeichnet, indem in diesem Falle gewichtige Differenzen ganz ausser Augen gelassen und minder Wesentliches ungebührlich vorangestellt wird. Es ist nämlich nicht zu vergessen, dass auch organische, imbibitions-

fähige Körper krystallisiren, ja dass selbst, wenn *Reichert* richtig beobachtet hat *(Müll. Arch.* 1849*)*, woran zu zweifeln mir kein Grund vorhanden scheint, histogenetische, Gewebe bildende Substanzen, wie Eiweiss, die Krystallform annehmen können. Dann ist ferner die Molecularattraction bei der Zellenbildung auf jeden Fall in so weit eigenthümlich, als dieselbe 1) niemals Flächenkörper hervorbringt, sondern schon im *Nucleolus* und *Nucleus* die Kugelform bedingt, 2) nicht gleichartige, sondern chemisch differente Stoffe, wie die der Kern- und Zellmembran, aneinander reiht, endlich 3) ohne Ausnahme bei der Bildung der Zellmembran sich begrenzt und nicht wie die krystallbildende Kraft in vielfacher Wiederholung Schicht an Schicht anlegt. Von diesen Differenzen liessen sich die zwei letztgenannten vielleicht noch beseitigen, wenn man bei 2) annähme, dass die Kerne anfänglich aus derselben Substanz bestehen, wie die Zellmembranen oder überhaupt denselben in der Zusammensetzung fast gleich sind, oder darauf sich bezöge, dass auch bei der Krystallisation verschiedene Substanzen zu einem Krystall sich vereinigen oder ein Körper *b* um einen Körper *a* krystallisiren kann. Um 3) zu erklären (welcher Einwand übrigens bei der endogenen Zellenbildung, mithin bei den Pflanzen fast allen, keine Geltung hat, da hier die Zellen unmöglich fernere Schichten um sich erzeugen können), liesse sich festsetzen, dass die Permeabilität der organischen Membranen, der Stoffwechsel, der zwischen dem Zellsafte und dem Cytoblasteme sich einleitet, und die Verwendung der aus dem Cytoblasteme angezogenen Molecüle zum Wachsthum der Membran und zu Niederschlägen im Innern vielleicht die Ursache sind, warum die Zellen keine neuen Schichten um sich bilden. Es ist nicht nöthig diese letztere Möglichkeit weiter auszuführen und die Schwierigkeiten zu heben, die auch dieser Auffassung sich entgegenstellen, — unter denen die Thatsache, dass die organische Bläschenbildung nicht schon bei der Kernbildung stille steht, sondern erst, nachdem die Zellmembran vollendet ist, nicht am leichtesten wiegt — da auf jeden Fall die zuerst hervorgehobenen Facta mehr als hinreichen, um die *Schwann*'sche Hypothese als ungenügend hinzustellen. Etwas Besseres, Positives an ihre Stelle zu setzen, sehe ich mich nicht im Stande, und halte ich es daher bei weitem für das Gerathenste, die gesicherten Thatsachen vorläufig einfach in einigen allgemeinen Sätzen zusammenzufassen, was etwa folgendermassen geschehen kann.

1) Der Zellenkern entsteht einmal als ein Niederschlag in einer bildungsfähigen Flüssigkeit und consolidirt sich nachträglich so, dass eine besondere Hülle und ein Inhalt mit *Nucleolus* an ihm sich zeigen. Seine Bildung kann in diesem Falle derjenigen anorganischer Niederschläge verglichen werden, doch deutet die constante Kugelgestalt und Grösse der eben entstandenen Kerne auf ein wesentliches, noch nicht erkanntes, bei derselben wirkendes Moment. Zweitens erzeugen sich die Zellenkerne endogen in Kernen oder durch Theilung von solchen unter Ein-

wirkung eines *Nucleolus*, der ebenfalls sich theilt. Hierbei findet sich ein Moment, das Krystalle nie darbieten, das einer durch innere Momente bedingten Theilung, während das andere, die Einwirkung der *Nucleoli* auf den Kern, kaum anders als auf physikalischem Wege zu begreifen ist, durch eine von den *Nucleoli* ausgehende Molecularattraction nicht näher zu bezeichnender Art, die schliesslich eine ganze Hälfte eines Mutterkernes in ihren Bereich zieht.

2. Bei der Zellenbildung durch Theilung spielt ein Zellenkern gerade dieselbe Rolle, die vorhin vom *Nucleolus* angegeben wurde und beweist das Vorkommen dieser Art der Zellenentstehung, dass nicht nothwendig chemische Momente bei derselben im Spiele sind.

3) Bei der Zellenbildung um Inhaltsportionen und bei der Furchung wirken die Kerne zuerst ebenfalls einfach attrahirend auf eine gewisse Summe von Blastem, und dann folgt die Bildung einer Membran an der Oberfläche von diesem, die am einfachsten durch Verdichtung des Blastems zu denken ist.

4) Bei der Zellenbildung direct um den Kern mangelt die Umhüllung mit Blastem und bildet der Kern die Membran in seiner unmittelbaren Nähe. Dieser Vorgang lässt eine physikalische und eine chemische Erklärung zu. Einmal kann man hier mit *Schwann* den Kern Molecüle attrahiren lassen, die, wenn sie bis zu einem gewissen Grade an Menge zugenommen haben, zu einer Membran erhärten und durch Wachsthum von dem Kern sich abheben. Oder es ist zweitens gedenkbar, dass der Kern in irgend welcher Weise chemische Vorgänge einleitet, die mit der Bildung einer Membran um ihn enden. So könnte derselbe eine gerinnbare Substanz in sich erzeugen und ausscheiden, oder ähnlich wie Lab auf Casein, so auf die Proteinverbindungen im Cytoblasteme wirken, so dass dieselben in seiner Nähe gerinnen oder endlich durch Alkalientziehung eine Eiweisssubstanz unlöslich machen, wie dies bei der Bildung der *Ascherson*'schen Bläschen geschieht. Welche dieser verschiedenen Möglichkeiten wirklich obwaltet, ist vorläufig nicht zu sagen, doch möchte ich für mich am liebsten an der ersten Anschauung festhalten, um für alle verschiedenen Arten der Zellenbildung ein und dasselbe Moment und zwar das physikalische festzuhalten.

Weiter in dieses sehr dunkle Gebiet einzugehen halte ich namentlich an diesem Orte nicht für zulässig und will ich daher nur noch einmal dahin mich aussprechen, dass ich die physikalischen Vorgänge bei der Zellenbildung, die man mit dem allgemeinen Ausdruck einer Molecularattraction bezeichnen kann, für ganz verschieden halte von denen bei der Krystallisation. In beiden Fällen werden allerdings aus Flüssigkeiten Körper fest und wachsen durch weitere Anziehung von Molecülen, allein bei der Zellenbildung lagern sich verschiedene Substanzen gesetzmässig aneinander, bilden sich nie Flächenkörper, und beschränkt sich der Process immer in derselben Weise nach der Bildung der Zellmembran. Da organische und selbst histogenetische

Substanzen krystallisationsfähig sind, so ist der Grund der Zellenbildung nicht in der Imbibitionsfähigkeit oder in irgend einer andern Eigenschaft der organischen Verbindungen zu suchen — welche übrigens, auch wenn diese Substanzen nicht krystallisirten, doch nicht ausreichen würden, um alle die genannten Eigenthümlichkeiten der Zellen und auch das Vermögen derselben sich zu theilen und zu vermehren zu erklären — sondern in besonderen, noch unbekannten, bei der Bildung der Organismen wirksamen Combinationen der Naturkräfte. Diese zu ergründen ist die fernere schwierige Aufgabe der Histologie und wird dieselbe zu diesem Ende ihr ganzes Augenmerk auf die sogenannten Molecularkräfte der organischen Formen, vor allem auch auf die an den Zellen gewiss ebenso gut wie an ihren Derivatis, den Nervenröhren und Muskelfasern, vorkommenden electrischen Erscheinungen zu wenden haben.

§. 14.

Lebenserscheinungen der fertigen Zellen. Wachsthum. Sind die Zellen einmal gebildet, so treten an denselben eine bedeutende Zahl Funktionen auf, die sowohl die Formverhältnisse der ganzen Zellen und ihres Inhaltes als auch ihre chemische Zusammensetzung betreffen und mit den Namen Wachsthum und Stoffwechsel bezeichnet werden.

Was das Wachsthum anlangt, so kommt ein solches wohl allen Zellen, jedoch nicht überall in demselben Grade zu. Deutlich ausgesprochen ist dasselbe ohne Ausnahme bei den Zellen, die direct um einen Kern sich bilden, indem hier die denselben zuerst dicht umgebenden Membranen je länger je mehr von demselben sich entfernen, wogegen die Zellen, die um Inhaltsportionen oder Umhüllungskugeln entstehen, und von Anfang an mit Inhalt versehen sind, oft nur unbedeutend sich vergrössern. Das Wachsthum ist entweder Flächen- oder Dickenwachsthum. Ersteres zeigt sich sehr gewöhnlich als allseitiges jedesmal dann, wenn Zellen ohne Aenderung ihrer Form sich vergrössern, wie z. B. die Eier, viele Ganglienkugeln u. A., häufig aber auch als einseitiges, bei allen Zellen, die in ihrer Gestalt von der primitiven Kugelform abweichen, in der Art, dass die Zellmembranen nur an einem oder zwei oder mehrern Punkten neue Stoffe ansetzen und sich ausdehnen. Dickenwachsthum kommt bis zu einem gewissen Grade ebenfalls allen Zellen zu, insofern als alle Zellmembranen mit dem Alter etwas dicker werden, und bedingt an einigen Orten eine sehr erhebliche Verdickung der Membran hie und da mit deutlicher Schichtenbildung, wie bei den Knorpelzellen, ja selbst die Entstehung von Gebilden (Fig. 11), die mit verholzten Pflanzenzellen die grösste Aehnlichkeit haben (Knochenzellen).

Fig. 10.

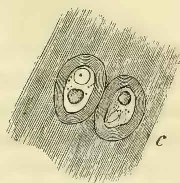


Fig. 10. Knorpelzellen des Menschen, 350 mal vergr. Zwei Zellen mit verdickter Wand aus dem Knorpel am grossen Horn des Zungenbeins, die neben dem Fetttropfen einen deutlichen Kern führen.

Fig. 11.



Auch die Kerne und Kernkörperchen betheiligen sich an dem Wachsthum der Zellen bis zu einem gewissen Grade. An den ersten ist allseitiges Wachsthum in allen sich vergrössernden Zellen sehr leicht zu constatiren, an manchen wie denen der glatten Muskeln, der Bildungszellen der elastischen Fasern, der Gefässepithelien und andern auch eine einseitige Ausdehnung, in Folge welcher sie oft die Form langer schmaler Stäbchen annehmen. Die *Nucleoli* wachsen ebenfalls nicht selten mit ihren Zellen (Ganglienkugeln, Eier), nehmen jedoch, ausser wenn sie sich theilen, so zu sagen nie eine von der Kugelform abweichende Gestalt an.

Eine Erklärung des Wachsthums sowohl von Zelle als Kern hat *Schwann* gegeben. Die Molecüle der Zellmembran wirken nach ihm anziehend auf die sie umgebende Flüssigkeit und lagern deren neu entstehende Theilchen zwischen sich ab; geschieht die Ablagerung zwischen die schon vorhandenen Molecüle in der Fläche der Membran, so dehnt sich die Zelle aus, findet sie nur in der Richtung der Radien der Zelle statt, so verdickt sich die Membran. Der Kern wächst weniger als die Zelle, weil er, sobald diese gebildet ist, nicht mehr direct mit dem concentrirten Cytoblasteme in Verbindung steht. Allseitiges Wachsthum findet dann statt, wenn die Molecüle der Membran alle gleichmässig anziehen, einseitiges, wenn dies nur oder vorzugsweise an einzelnen Stellen geschieht, so dass hier der Ansatz stärker erfolgt. — Diese Theorie scheint mir in Berücksichtigung der Verhältnisse, die bei der Bildung von Niederschlägen überhaupt und von Krystallen statt haben, die Erscheinungen des allseitigen Wachsthums gut zu erklären, vorausgesetzt, dass man der Zellmembran die Fähigkeit zuschreibt, mit Leichtigkeit Molecüle in sich aufzunehmen und zu ihrer Vergrösserung zu verwenden. Dies muss aber durchaus geschehen, denn die Verhältnisse der Kerne, die, auch wenn sie frei liegen, nie erheblich und namentlich nie einseitig auswachsen, zeigen, dass das Vermögen zu wachsen nicht einfach an jede organische Membran gebunden ist und sich jedesmal äussert, wenn derselben hinreichendes Bildungsmaterial zu Gebote steht, sondern ganz besondere Bedingungen voraussetzt, die nur in den Zellmembranen realisirt sind. Für das einseitige Wachsthum muss die *Schwann*'sche Annahme etwas erweitert werden; denn es lassen sich einzig diejenigen Formen des Wachsthums, wo die Zellen während des Auswachsens an gewissen Punkten von ihrer ursprünglichen Grösse nichts verlieren, so deuten, wie *Schwann* es gethan hat, nicht aber diejenigen, bei denen die Zellen während ihrer Verlängerung schmäler werden; hier

Fig. 11. Sechs in der Entwicklung begriffene, noch von der Grundsubstanz scharf abgegrenzte Knochenzellen aus einem rachitischen Knochen. *a*. Einfache Knochen zellen, *b*. zusammengesetzte, einer Mutterzelle mit zwei Tochterzellen entsprechend, *c*. eben solche aus drei Zellen entsprechend, 300 mal vergr.

muss man annehmen, dass während in der einen Richtung neuer Stoff sich anlagert, in der andern eine Resorption stattfindet, denn auf mechanische Weise kann man sich den Vorgang doch nicht denken. Uebrigens ist noch zu bemerken, dass das einseitige Wachsthum auch darin seinen Grund haben könnte, dass die Stoffaufnahme mancher Zellen nur an gewissen Stellen stattfindet, wie bei den verholzenden Pflanzenzellen mit Porenkanälen, was möglicher Weise mit einer einseitigen Richtung von Strömungen im Zelleninhalte zusammenhängt.

§. 15.

Vorgänge im Innern der Zellen. Um die Vorgänge im Innern der Zellen klar zu überschauen, wäre es vor allem nothwendig, eine genauere Kenntniss der chemischen Beschaffenheit des Zelleninhaltes zu haben als wir sie besitzen. Nur zwei Zellenarten, das Ei und die Blutkügelchen sind sorgfältiger untersucht (siehe Anm.); allein diese verhalten sich gerade so eigenthümlich, dass sie kaum als Typus der Zellen im Allgemeinen gelten können. Immerhin lässt sich aus diesen Analysen doch ein etwelcher Schluss auf andere Zellen machen und möchte es, zusammengehalten mit dem, was die mikrochemische Untersuchung ergibt, wohl erlaubt sein, den Zelleninhalt im Allgemeinen als eine mässig concentrirte Auflösung von Protein mit alkalischen und Erdsalzen und gelösten oder suspendirten Fetttheilchen anzusehen. Von diesem gewöhnlichen, ohne Zweifel allen Zellen wenigstens im Jugendzustande zukommenden Verhalten weichen nun aber viele Zellen sehr bedeutend ab, insofern als in ihnen einzelne der genannten Bestandtheile sehr überwiegen oder ganz neue Stoffe dazukommen. So gibt es Zellen mit viel Protein wie die Ganglienkugeln, und mit viel Fett wie die Fettzellen, Zellen der Talgdrüsen, Milchdrüsen u. A., ferner solche mit Hämatin, Pigment, Gallen- und Harnbestandtheilen, Schleim (Epithelialzellen), Milchzucker u. s. w.

Die Erscheinungen, welche an diesem so verschieden zusammengesetzten Zelleninhalte während des Lebens sich darbieten, lassen sich am geeignetsten als Stoffaufnahme, Stoffumwandlung und Stoffabgabe bezeichnen. Dieselben beruhen vorzugsweise auf chemischen und physikalischen Momenten und sind einem guten Theile nach auch durch das Mikroskop zu verfolgen, indem sehr häufig Formveränderungen der Zellen und ihres Inhaltes Hand in Hand mit ihnen gehen. Was die Stoffaufnahme betrifft, so zeigt sich dieselbe zwar bei allen Zellen, jedoch in viel bedeutenderem Grade bei denen, die, abgesehen vom Kern, anfänglich keinen weitern Inhalt haben. Bei diesen ist der Grund des ersten Eindringens von Stoffen nicht in der Endosmose, sondern wie schon *Schwann* andeutete, darin zu suchen, dass, während die Membranen durch Anziehung von Substanz aus der sie umgebenden Flüssigkeit wachsen, dieselben vermöge ihrer Porosität Stoffe ins Innere dringen lassen. Diese Füllung ist jedoch nicht so zu denken, als ob die Zellen

ohne weiteres alle an sie herankommenden Substanzen einliessen, vielmehr zeigen dieselben je nach Ort und Zeit ganz bestimmte Beziehungen zum Cytoblastem, so dass sie die einen Bestandtheile desselben abweisen, die andern aufnehmen und ganz dasselbe findet sich auch bei der Stoffaufnahme derjenigen Zellen die schon vom ersten Momente ihrer Bildung an ihren Inhalt besitzen. Dass dem wirklich so ist, wird z. B. dadurch bewiesen, dass bei Embryonen, trotz dem für alle Zellen gleichartigen Bildungsmaterial d. h. dem Blutplasma, die einen derselben mehr diese, die andern jene Stoffe aufnehmen, und geht noch deutlicher daraus hervor, dass der Zelleninhalt wahrscheinlich aller Zellen von dem Cytoblasteme, aus dem dieselben sich bilden und erhalten, chemisch verschieden ist, wie dies in der neuesten Zeit von den Eiern und Blutkörperchen aufs Bestimmteste nachgewiesen wurde, die z. B. viel mehr Kalium enthalten als das Blut. Der Grund dieser Erscheinung lässt sich im Allgemeinen dahin angeben, dass die Zellmembranen nicht wie einfache Filtra wirken, sondern je nach ihrer chemischen Zusammensetzung, der Beschaffenheit der sie tränkenden Flüssigkeit, ihrem Aggregatszustande und ihrer Dicke bald diese, bald jene Stoffe durchgehen lassen.

Auch die Endosmose kann als Moment für die Stoffaufnahme der Zellen in Betracht kommen, doch ist man mit derselben in frühern Zeiten offenbar zu freigebig gewesen und hat die Zellen viel zu sehr als mit ganz indifferenten porösen Membranen versehene Bläschen betrachtet. Dass dieselbe einwirkt, ist nicht zu leugnen, wenn man sieht, wie Zellen durch concentrirte und diluirte Lösungen bald sich ausdehnen, bald zusammenschrumpfen, doch ist nicht leicht zu sagen, welchen Einfluss solche Momente im Leben haben und was die combinirte Einwirkung der Zellmembran und des Zelleninhaltes für Resultate hervorbringt. Aus einigen aus der Pflanzenphysiologie bekannten Thatsachen (Wachsen von Pflanzen in Arsenik- und Kupferlösungen, ohne dass diese Stoffe in dieselben übergehen) möchte man glauben, dass die Membranen das wichtigste bestimmende Moment für die Stoffaufnahme abgeben.

Eine wichtige Frage ist die, ob die von den Zellen aufgenommenen und sie zusammensetzenden Substanzen durch den Lebensprocess derselben sich umändern. *Schwann* hat dieselbe bejaht und mit dem Namen metabolische Erscheinungen der Zellen alle in denselben und in ihren einzelnen Theilen vor sich gehenden chemischen Umwandlungen bezeichnet, und mit Recht, denn das Vorkommen solcher Stoffumwandlungen ist nicht nur *a priori* sehr wahrscheinlich, da in den Pflanzen alle und jede, und zwar die mannigfachsten Metamorphosen in den Zellen vor sich gehen, sondern auch sehr leicht durch die Erfahrung zu beweisen. Dieselben betreffen einmal die Zellmembran und zweitens den Zelleninhalt. Ersteres anlangend, so ist so viel sicher, dass die Membranen der meisten Zellen mit dem Alter nicht nur dicker und fester werden, sondern auch eine andere chemische Beschaffenheit annehmen, doch ist es unmöglich im speciellen Falle zu sagen, worauf die

Veränderung beruht. Bei den Horngebilden sind die Membranen der jungen Zellen in Alkalien und Säuren leicht löslich, während dieselben später zum Theil ungemein Widerstand leisten; dasselbe findet sich bei einigen höhern Elementartheilen, wie den Nervenröhren, animalen Muskelfasern, und den Capillaren, bei denen das Sarcolemma, die Nervenröhrenscheide, die Capillarmembran, welche die Bedeutung metamorphosirter Zellmembranen haben, ganz anders reagiren als die ursprünglichen Bildungszellen. Auch bei den Knorpelzellen wird die Membran im Alter resistenter, und wandelt sich bei der Ossification, indem sie zugleich sich verdickt, grösstentheils in leimgebendes Gewebe um, das dann noch mit Kalksalzen sich imprägnirt. Diese Beispiele, die sich noch vervielfältigen liessen, mögen genügen, um das Vorkommen von Metamorphosen der Zellmembranen festzustellen, spätere Untersuchungen werden zu zeigen haben, worauf dieselben beruhen, ob wirklich, wie es den Anschein hat, die ursprüngliche thierische Zellmembran mit der Zeit in ihrer Zusammensetzung wechselt, oder ob etwa die Aenderung in den Reactionen nur in der Aufnahme fremdartiger Substanzen, in Incrustationen der Membran mit Salzen u. s. w. begründet erscheint, ähnlich wie die Botaniker etwas der Art für die pflanzlichen Zellmembranen anzunehmen geneigt sind, oder von secundären Ablagerungen aussen an den ursprünglichen Membranen abhängig ist.

Die Umwandlungen im Zelleninhalte sind zweierlei, Stoffbildung und Stoffauflösung. Beide Processe sind bei Embryonen verschiedener Thiere sehr leicht zu verfolgen, bei denen einmal die anfänglich von Dotterelementen, namentlich von Fett strotzenden ersten Bildungszellen nach und nach einen mehr flüssigen, körnerlosen Inhalt bekommen, indem die Dotterkörner bald von der Zellmembran her gegen den Kern zu, bald von innen nach aussen sich auflösen, und zweitens in diesen so veränderten Zellen die mannigfachsten Neubildungen auftreten, unter denen die von Hämatin, den verschiedenartigsten Pigmenten und von Fett am meisten in die Augen springen. Aber auch bei erwachsenen Geschöpfen sind Umwandlungen des Zelleninhaltes ganz gewöhnliche und zugleich sehr wichtige Erscheinungen, die an vielen Orten, wegen der ungemeinen Zahl von Zellen, die in gleicher Weise bei denselben sich betheiligen, unerwartet grossartige Resultate bedingen, als deren wichtigsten eines die Gallensecretion zu bezeichnen ist, die so zu sagen nur durch Thätigkeit der vielen Millionen die Leber bildenden Leberzellen zu Wege gebracht wird. Eine hübsche Reihe Veränderungen lässt sich auch an den Fettzellen verfolgen, die je nach dem Mangel oder dem Ueberfluss von Ernährungsflüssigkeit in den einen Fällen ihren Inhalt verlieren und selbst zu nur serumhaltigen Zellen werden können, in andern wieder strotzend mit Fetttropfen sich erfüllen, ferner an den Zellen der fettsecernirenden Drüsen, die anfangs fettarm und zuletzt mit Fett ganz vollgepfroft sind, ebenso an den Lymphkörperchen, die Blutfarbstoff in sich bilden und zu Blutkörperchen werden. Auch die Schleimbildung muss

wohl in die Epithelialzellen der Schleimdrüsen und Schleimhäute verlegt werden, ebenso die des sogenannten Pepsins in die Zellen der Labdrüsen, die des Spermas in die Samenzellen. Weitere Belege der mannigfachsten Art kann die vergleichende Anatomie liefern und erwähne ich hier nur die Bildung von Harnsäureconcretionen in den Nierenzellen der Mollusken, die von Sepia in den Zellen des Tintenbeutels der Cephalopoden, von Krystallen und Concretionen verschiedener Art in Zellen von Wirbellosen, von besonderen Farbstoffen bei Mollusken. Aus der pathologischen Anatomie gehören hieher die Pigmentbildungen, die Metamorphosen der blutkörperchenhaltigen Zellen, die Fettniederschläge in Zellen aller Art.

Mit diesen Umwandlungen gehen mannigfache morphologische Erscheinungen Hand in Hand, wie die schon erwähnten Verdickungen der Zellmembranen und schichtenweisen Ablagerungen auf die Innenseite derselben selbst mit Bildung von Porencanälchen, ferner Niederschläge im Zelleninhalt von Körnchen mannigfacher Art wie von Pigment, Eiweiss, Casein (im Eidotter, vielleicht in den Leberzellen), Bildung von Fetttropfen, Elementarbläschen, Concretionen, Krystallen und Kernen. Selbst Bewegungen, ähnlich den Saftströmungen der Pflanzen, scheinen in Zellen niederer Thiere (von mir gesehen in den Zellen der Arme kleiner Quallen, [einer neuen *Aeginopsis* aus dem Mittelmeer] und von *Polyclinum stellatum)* und bei Protozoen (Saftströmung bei *Loxodes bursaria*, contractile Blasen verschiedener Gattungen) vorzukommen, wogegen die sog. *Brown*'schen Molecularbewegungen, d. h. ein mehr oder minder lebhaftes Zittern von Körnchen ohne weitere Ortsveränderung, die man unter dem Mikroskope in vielen Zellen, am schönsten an den Pigmentzellen des Auges wahrnimmt, wohl kaum unter die auch während des Lebens vorkommenden Erscheinungen zu rechnen sind.

Auch die Kerne betheiligen sich hie und da, obschon im Ganzen genommen selten, an den Veränderungen der Zellen. Man findet an ihnen als gewöhnlichste Erscheinung die Aufhellung, resp. Verflüssigung eines anfänglich zähern Inhaltes, worauf es beruht, dass sie in jungen Zellen homogen, in grössern deutlich als Bläschen erscheinen. Eine Bildung von Körnern ist in Kernen sehr selten (siehe oben); auch Farbstoffe, Concretionen und Krystalle finden sich bei Thieren hier nicht, wogegen die Bildung der Samenfäden und der nesselnden Fäden gewisser wirbelloser Thiere in Kernen statt hat.

Bei der Erklärung der metabolischen Erscheinungen der Zellen ist auf jeden Fall der Zellenkern vor Allem zu berücksichtigen, denn ebenso wie er die Bildung der Zelle anregt, ist er auch das Centrum für die Saftströmungen und für die Niederschläge und Auflösungen in den Zellen, doch lässt sich derselbe nicht als das allein Anregende betrachten, denn erstens ist nicht einzusehen, warum nicht auch der Zelleninhalt gerade wie das Cytoblastem von sich aus sich umwandeln sollte und zweitens sind auf jeden Fall die Veränderungen der Zellmembran mehr selbständige, die wahrscheinlich auch noch einen gewissen Einfluss auf

den Zelleninhalt haben, wie die Ablagerungen auf dieselbe und die oft in ihrer Nähe beginnende Auflösung des festen Zelleninhaltes beweisen. Mit *Schwann* eine besondere metabolische Kraft anzunehmen ist nicht passend, denn einmal sind die Ursachen der metabolischen Erscheinungen ganz gewiss sehr verschiedener Art und zweitens ist alle Aussicht vorhanden dieselben auf die bekannten Molecularkräfte zurückzuführen. So lässt sich jetzt schon die Einwirkung des Kernes nicht unpassend mit der sog. Contactwirkung vergleichen, da derselbe einmal während der Umwandlung der Zellen fast gar nicht sich verändert und zweitens aus einer stickstoffhaltigen Substanz besteht, die wie das Pepsin, das ja auch nichts als ein Zelleninhalt ist, andere Substanzen sehr leicht chemisch umändert. Auch die Beziehung der Zellmembran zur Stoffaufnahme wird jetzt schon unter den Begriff der Imbibitions- und Diffusionserscheinungen gesetzt werden dürfen.

Als Beispiele der chemischen Zusammensetzung des Zelleninhaltes theile ich hier zwei Analysen mit. Der Dotter des Hühnereies enthält Wasser 48,55, Casein 13,93, Albumin mit Casein gemengt 0,892, Albumin 2,841, Hüllen der Dotterbläschen 0,459, Fette 31,146 (30,46 nach *Gobley)* und zwar Elain und Margarin 21,304, Cholestearin 0,438, Lecithin (phosphorsäurehaltig) 8,426 und Cerebrin, Salze 1,523, darunter auf 100 Theile Asche Kali 8,60—8,93, Chlornatrium 9,12, Phosphorsäure 66,7—67,8, Kalk 12,21, Magnesia 2,07, Eisenoxyd 1,45, Kieselsäure 0,055. — Die Blutkörperchen enthalten Wasser 68,88, Hämatin 1,67, Globulin und Membranen 28,22, Fett 0,23, Extractivstoffe 0,26, Mineralstoffe ohne Eisen 0,81, davon auf Chlor 0,16, Schwefelsäure 0,006, Phosphorsäure 0,4, Kalium 0,33, Natrium 0,10, Sauerstoff 0,06, phosphorsaurer Kalk 0,01, phosphorsaure Magnesia 0,007. Dazu kommen noch freier Sauerstoff und Kohlensäure, die auch im Dotter sich finden.

Wir haben hier Beispiele einer sehr proteinreichen und einer besonders Fett enthaltenden Zelle und können dieselben auf jeden Fall als ziemlich maassgebend für diese Zellenarten betrachten. Sehr interessant ist die Vergleichung des Inhaltes dieser Zellen mit dem Blutplasma, aus dem die einen derselben sich bilden, während die andern in demselben leben. Bei den Blutkügelchen ergibt sich ein bedeutender Ueberschuss an festen Bestandtheilen, indem das Blutplasma nur etwa 10 % derselben enthält, womit der Beweis geliefert ist, dass es Zellen gibt, deren Inhalt sich mit dem Cytoblastem, aus dem sie sich erhalten, durchaus nicht ins Gleichgewicht setzt. Mit Bezug auf die einzelnen Substanzen enthalten die Blutkügelchen mehr Fett, das im Plasma nicht vorkommende Hämatin, mehr Kali, Phosphorsäure, weniger Chlor, Extractivstoffe, Natron und Erden. Der Hühnerdotter enthält ebenfalls beträchtlich mehr feste Bestandtheile als das Blut, was jedoch hier weniger auffallend ist, als bei den Blutkügelchen, die im Blutplasma schwimmen. Interessanter ist, dass die relativen Mengen der einzelnen Theile auch hier ganz andere sind als in jenem. Wir haben nämlich ausnehmend viel Fett, mehr Protein und Salze und unter den letztern wiederum mehr Kali aber auch mehr Erdsalze.

Wenn schon diese Thatsachen eine bedeutende Selbständigkeit der Zellen beurkunden, so gilt dies noch in viel höherem Grade von den in der neuesten Zeit durch *Ludwig* bekannt gewordenen. Ich glaube nämlich die von diesem Forscher entdeckte Einwirkung der Nerven auf die Speichelsecretion so deuten zu dürfen, dass es nicht nur die *Membranae propriae* der Drüsenbläschen der Speicheldrüsen sind, welche durch die Nerveneinwirkung in ihren Molecularverhältnissen so alterirt werden, dass sie auf einmal eine energische Anziehung auf das sie benetzende Blutplasma ausüben, sondern auch die dieselben auskleidenden Epithelialzellen. Ist dem wirklich so, so haben wir die Einsicht in ein ganz neues Moment, das die Stoffaufnahme der Zellen regulirt, gewonnen und zugleich auch das Zellenleben in einen

solchen Zusammenhang mit den Thätigkeiten des Nervensystems gebracht, dass es nicht mehr als unzeitig erscheint von trophischen Functionen der letzteren zu reden. — Ausser der Analogie wären solche Beziehungen auf keinen Fall, da wir ja bei den contractilen Elementen schon einen Nexus zwischen der Nerventhätigkeit und einem modificirten Zelleninhalt haben, der vielleicht bei weiter gediehener Forschung mit dem eben erwähnten in eine Hauptkategorie sich stellen lassen wird. — Auf jeden Fall fordern diese Betrachtungen von neuem zu einer genauen Erforschung der Molecularkräfte der Zellen, besonders der sicher in denselben vorhandenen electrischen Erscheinungen auf.

In der neuesten Zeit hat *Donders (Nederlansch Lancet)* mit Recht ein Moment hervorgehoben, das bisher bei Besprechung der Lebensvorgänge der Zellen gar keine Berücksichtigung gefunden hatte, nämlich die elastischen Kräfte der Zellmembranen und den durch dieselben auf den Zelleninhalt ausgeübten Druck. Es ist Thatsache, dass die Zellmembranen elastisch sind und ergibt sich mithin von selbst, dass je nach dem die Zellen viel oder wenig Inhalt besitzen, derselbe unter einem grösseren oder geringeren Drucke steht. Dies wirkt aber wiederum auf die Aufnahme und Abgabe von Stoffen, so dass bei höherem Druck die letztere, bei geringerem die Aufnahme praevalirt, und kann gegebenen Falls einen regelmässigen Stoffwechsel unterhalten helfen. — *Donders* glaubt auch die grössere Dichtigkeit des Zelleninhaltes davon ableiten zu können, dass derselbe immer unter einem höhern Drucke stehe als das Cytoblastem.

§. 16.

Stoffabgabe der Zellen. Der Vegetationsprocess der thierischen Zellen beschränkt sich nicht bloss darauf Stoffe aufzunehmen und umzuwandeln, sondern es werden in Folge desselben auch wiederum Stoffe nach aussen abgeschieden. Dies kann auf eine doppelte Weise statt haben.

1) Geben die Zellen Stoffe, die sie von Aussen aufgenommen haben, unverändert wieder ab. Dies geschieht mit den Epitheliumzellen derjenigen Drüsen, die wie die Nieren, Thränendrüsen, Lungen u. s. w., einfach Substanzen aus dem Blute austreten lassen, ebenso bei den Zellen, die die Oberflächen seröser Häute bekleiden und wahrscheinlich mit noch manchen andern.

2) Scheiden die Zellen Substanzen ab, die sie in sich bereitet haben. So die Blutzellen in verdünntem Blutplasma Hämatin, die Fettzellen bei Abmagernden Fett, die Zellen der Leber Galle, die der Magensaftdrüsen Magensaft, die der Schleimhäute und Schleimdrüsen Schleim.

Das Zustandekommen dieser Abscheidungen, von denen uns übrigens gewiss noch sehr viele unbekannt sind, lässt sich in einigen Fällen durch Exosmose erklären, in andern kann jedoch hievon keine Rede sein, wie namentlich bei der Drüsensecretion. Hier ist das Austreten des Inhaltes die Folge des Drucks dem derselbe ausgesetzt ist, welcher Druck einerseits auf den Blutdruck, anderseits auf eine von den Zellen selbst bei der Aufnahme von Stoffen ausgeübte Anziehungskraft und die elastischen Kräfte der Zellmembranen zurückzuführen ist.

Die ausgeschiedenen Stoffe verweilen in der Regel nicht länger im Organismus, sondern werden gänzlich entfernt, wie bei den Drüsen; an

einigen Orten bleiben sie, feste Gestalt annehmend, als Extracellularsubstanz aussen an den Zellen liegen und bilden die ächten *Membranae propriae* der Drüsen (z. B. der Nierencanälchen), die eigentliche Scheide der *Chorda dorsalis* und wahrscheinlich auch die sog. Glashäute (Linsenkapsel, *Membrana Demoursii).* Eine Intercellularsubstanz ist bei Thieren selten, indem die Grundsubstanz der Knorpel und Knochen, die dem grössten Theile nach nicht von den Zellen ausgeschieden wird, sondern aus dem Blutplasma sich absetzt oder selbst aus Zellen sich bildet, nicht hieher gehört. In geringer Menge und mehr flüssig kann man dieselbe allerdings auch hier annehmen und zwar nicht nur bei den zelligen Geweben, sondern auch bei den höhern, bei denen überall eine geringe Menge einer Bindesubstanz vorhanden ist. Intercellularräume, durch die Ausscheidungen der Zellen zwischen ihnen sich bildend, sind bei Thieren noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen, doch gehören vielleicht die meisten Drüsenräume und die Höhlen des Herzens und der grössern Gefässe hieher, insofern als dieselben durch Ausscheidung von Flüssigkeit im Innern von ursprünglich compacten Zellenmassen zu entstehen scheinen.

Meine Annahme, dass die ächten *Membranae propriae* und Glashäute durch Ausscheidungen entstehen, gründet sich besonders auf die Untersuchung der *Chorda dorsalis* und der Nierencanälchen, bei denen sich leicht zeigen lässt, dass die structurlosen Hüllen secundäre Bildungen sind, in innigem Zusammenhang mit den Zellen dieser Theile auftreten und von Anfang an vollkommen homogen erscheinen. Die Annahme mehrerer Autoren, vor allem von *Reichert*, dass diese Membranen zum homogenen Bindegewebe gehören, widerlegt sich durch die chemische Untersuchung leicht, indem dieselben durchaus keinen Leim geben, sondern aus einer Substanz bestehen, die derjenigen des *Sarcolemma* und des elastischen Gewebes am meisten sich nähert (vergl. *Mensonides* in *Nederl. Lancet. D. IV,* 694 und *Donders*, Ebendas. Aug. 1851, pg. 73). — Wie weit bei Thieren zu homogenen Membranen sich umwandelnde Ausscheidungen von Zellen sich finden, ist noch nicht ausgemacht, doch scheinen die homogenen Chitinauskleidungen des Darmes und der äussern Haut der *Articulaten* hieher zu gehören.

§. 17.

Contractilität der Zellen. Zu den Lebenserscheinungen der Zellen gehören auch die Contractionserscheinungen, die an den Zellmembranen und auch am Inhalte beobachtet werden. Contractile Zellmembranen besitzen einmal viele wenn nicht alle Protozoen, ferner von nicht selbständigen Zellen die Dotterzellen der Planarien, die Herzzellen mancher Embryonen *(Alytes, Sepia, Limax),* die Zellen des Schwanzes von *Botryllus*-Embryonen. Auch die Flimmerhaare können als Productionen der Zellmembran hieher gerechnet werden. Ein contractiler Zelleninhalt findet sich bei den Faserzellen der glatten Muskeln, bei den sternförmigen Zellen der Haut von Limax-Embryonen und den animalen Muskelfasern, welche letztere als vielen verschmolzenen Zellen entsprechend, ebenfalls hieher gerechnet werden können. Auch die Contractionserscheinungen im Inhalte der Protozoen (contractile Blasen) und bei den Rhizopoden zähle ich hierher.

In der neuesten Zeit hat *Donders* die Ansicht ausgesprochen, dass nur der Inhalt der Zellen, nicht aber die Zellmembranen contractil seien. Wenn auch zuzugeben ist, dass es schwer hält im gegebenen Falle zu entscheiden was für Theile der Zellen sich contrahiren, so möchte es doch sehr gewagt erscheinen, die Bewegungen der Flimmerhaare an Pflanzen und Thieren, freien und unfreien Zellen auf einen nicht nachweisbaren Inhalt dieser Härchen, der mit dem der Zelle in Verbindung wäre, zurückzuführen. Auch bei den Planarienzellen und den Protozoen wird derjenige, der die Bewegungen wirklich gesehen hat, kaum an etwas anderes als an die Zellmembranen denken. Bei den quergestreiften Muskelfasern dagegen sind offenbar die Fibrillen oder der Inhalt das Contractile und macht das Sarcolemma als ein elastischer nachgiebiger Körper nur die Bewegungen desselben mit, und so scheint sich die Sache auch bei den muskulösen Faserzellen zu verhalten, bei denen eine besondere Hülle nicht nachzuweisen ist.

§. 18.

Metamorphosen der Zellen, Zellenarten. Das Schicksal der Zellen, welche in frühern oder spätern Zeiten im Organismus sich finden, ist ein sehr verschiedenartiges. Ein sehr bedeutender Theil derselben bleibt nur kurze Zeit im ursprünglichen Zustande bestehen und verschmilzt später mit andern zur Bildung der höheren Elementartheile. Ein anderer Theil geht zwar keine solchen Verbindungen ein, ändert aber mehr oder weniger seine frühere Natur, wie die Hornplättchen der Epidermis und Nägel. Viele Zellen endlich machen nie Metamorphosen durch, bleiben vielmehr als Zellen bestehen, bis sie früher oder später, oft erst mit dem Untergange des Organismus, zufällig oder typisch vergehen, wie die Epithelien, Drüsenparenchyme, Drüsensaftzellen u. a. m.

Die bleibenden Zellen lassen sich am passendsten in folgende Kategorien bringen:

1) Wahre Zellen, die ihre Zellennatur in nichts wesentlichem geändert haben. Finden sich in der Oberhaut *(Stratum Malpighii)* und den Epithelien, im Blut, dem Chylus, der Lymphe, den Drüsensäften, im Fettgewebe, der grauen Nervensubstanz, dem rothen Knochenmarke, den Drüsen (Leber, Milz, Nebennieren, geschlossene Drüsenfollikel) und den Knorpeln. — Nach ihrer Form zerfallen diese Zellen in runde, scheibenförmige, cylindrische, kegelförmige mit Flimmern besetzte und sternförmige; nach dem Inhalte scheiden sie sich in fetthaltige, proteinreiche, serumhaltige, Hämatin, Bilin, Pepsin, Schleim und Pigment führende, und was ihr Vorkommen betrifft, so sind die einen isolirt, entweder in Flüssigkeiten oder festen Geweben, die andern zu einfachen Zellenparenchymen vereint, noch andere endlich durch eine Intercellularsubstanz dieser oder jener Art verbunden.

2) Metamorphosirte Zellen, die ihren ursprünglichen Bau mehr oder weniger geändert haben. Hierher gehören:

a) Die Hornplättchen, abgeplattete polygonale oder spindelförmige Zellen, deren Membran mit dem Inhalt in eines verschmolzen ist. In der Oberhaut, den geschichteten Pflasterepithelien, den Nägeln und Haaren.

b) Die contractilen Faserzellen, spindelförmige, leicht abgeplattete, bedeutend verlängerte Zellen, deren Membran mit dem festweichen Inhalte in eine contractionsfähige Substanz umgeändert ist. In den glatten Muskeln.

c) Die Linsenröhren, sehr verlängerte Zellen mit zähflüssigem, eiweissreichem Inhalt.

d) Die Schmelzprismen, sehr verlängerte prismatische, stark verkalkte Zellen.

e) Die Knochenzellen, verdickte Zellen mit Porencanälchen, welche mit der homogenen Grundsubstanz der Knochen verschmolzen sind und durch Lücken in derselben anastomosiren.

f) Die quergestreiften Muskelzellen, grössere polygonale Zellen, deren Inhalt zu einem quergestreiften Gewebe umgewandelt ist, wie es in den quergestreiften Muskelfasern sich findet. Im Endocardium der Wiederkäuer.

B. Höhere Elementartheile.

§. 19.

Die höhern Elementartheile entsprechen genetisch einer ganzen Summe von einfachen und zwar sind es, soviel wir bis jetzt wissen, nur die Zellen, welche die Fähigkeit zur Erzeugung derselben besitzen. Die Art und Weise wie dies geschieht ist eine mehrfache. Entweder nämlich behalten die Zellen, indem sie verschmelzen, noch ihre Zellennatur und theilweise auch ihre Selbständigkeit und dann entstehen, je nach dem es spindel- oder sternförmige Zellen sind, Zellenfasern und Zellennetze, oder die Zellen geben bei der Vereinigung ihre Selbständigkeit ganz auf, und in diesem Falle bilden sich, je nach dem die Zellen linienförmig an einander sich reihen oder durch mehrfache Ausläufer sich verbinden oder von allen Seiten her ganz und gar mit einander verschmelzen, langgestreckte Elementartheile, Netze und Membranen, von denen die beiden erstern wiederum je nach der Art der Umwandlung des Inhaltes der vereinigten Zellen als Fasern, Fibrillenbündel und Röhren, als Fasernetze und Röhrengeflechte erscheinen können. Da alle diese Elementartheile weiter unten bei den Geweben ausführlicher besprochen werden, so genügt es dieselben in Folgendem kurz aufzuzählen.

Es sind:

a) Die Zellenfasern und Zellennetze. Hierher gehören ein Theil der Kernfasern der Autoren, die Knorpelzellen gewisser Plagiostomen (siehe *Leydig*, *Beiträge zur mikr. Anat. u. Entwickl. der Rochen u. Haie. Leipzig* 1852), die Pigmentzellen der *Lamina fusca, Pia mater* und der Batrachierlarven, die Netze von Nervenzellen im Gehirn von Torpedo *(R. Wagner)*, der Fettkörper der Lepidopteren *(H. Meyer, Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. I. St.* 178).

b) Die elastischen Fasern, Fasernetze und Membranen.

c) Die Bindegewebsfasern, Bindegewebsfasernetze (netzförmiges Bindegewebe) und Bindegewebemembranen (homogenes Bindegewebe).

d) Die quergestreiften Muskelfasern und Muskelfasernetze.

e) Die Nervenröhren und Nervenröhrennetze.

f) Die Capillarröhrengeflechte des Blut- und Lymphgefässsystems.

g) Die Tracheen und Tracheengeflechte der Wirbellosen.

Alle diese höhern Elementartheile besitzen im Wesentlichen dieselben Eigenschaften wie die Zellen, vor Allem ein Längen- und Dickenwachsthum, Stoffaufnahme, Stoffumsetzung und Stoffabgabe und zum Theil Contractilität, daneben auch andere Functionen, die an Zellen vielleicht ebenfalls sich nachweisen lassen werden. Das Wachsthum gibt sich darin sehr deutlich kund, dass alle die genannten Elemente ohne Ausnahme unmittelbar nach ihrer Bildung viel kürzer und schmäler sind als später; die Stoffaufnahme wird bewiesen durch die Abhängigkeit ihrer Functionen von der Circulation, durch die Erscheinungen der Resorption bei den Lymph- und Blutgefässcapillaren und durch das obengenannte Wachsthum das nur durch Aufnahme von Stoffen in das Innere dieser Theile gedacht werden kann. Auch eine Stoffumwandlung und Stoffabgabe darf bei denselben angenommen werden, wie besonders die bekannten eigenthümlichen Zersetzungsproducte in den Muskeln und auch die immerfort Blutplasma abgebenden Capillaren bezeugen. Contractilität besitzen die Muskelfibrillen und sehr eigenthümlich und vorläufig nicht näher zu bezeichnen sind die Vorgänge in den Nervenröhren, die jedoch in den Functionen der Nervenzellen zum Theil ihres Gleichen finden.

Von den Tracheen, welche nur der Vollständigkeit wegen hier angereiht sind, habe ich schon längst gefunden, dass ihre Endigungen aus dem Zusammenfliessen sternförmiger Zellen zu Röhren sich entwickeln, in denen dann entweder der anfängliche Zelleninhalt bleibt oder nachträglich aus demselben eine Spiralfaser sich anbildet und dies auch im Jahre 1849 *(Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. I. St. 215. Anm.)* kurz mitgetheilt, eine Ansicht, welche dann auch *H. Meyer (Ibid. Bd. I)* und neulich *Leydig (Ibid. Bd. III. Heft 4)* bestätigt haben.

Literatur der Elementartheile. Ausser *Schwann's* oben citirtem Werk sind zu nennen: *Kölliker, die Lehre von der thierischen Zelle* in *Schleiden* u. *Nägeli's Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik. Heft II.* 1845; *Remak, Ueber extracellulare Entstehung thier. Zellen und die Vermehrung derselben durch Theilung u. über Ensteh. des Bindegewebes u. d. Knorpel* in *Müll. Arch.* 1852. *I.* (Konnte nicht mehr benutzt werden. *R.* nimmt, was ich nur andeutete, dass die thierischen Zellen einen Primordialschlauch haben, ganz bestimmt an, ohne hierfür Beweise zu geben, schildert die Zellenvermehrung durch Theilung als in embryonalen Geweben sehr verbreitet, findet, was Andern nicht leicht gelingen wird, an den spätern Furchungskugeln zwei Membranen, und leugnet irrthümlich eine freie Zellenbildung ganz); dann die unten beim elastischen Gewebe citirte Abhandlung von *Donders* und die embryologischen Monographien von *Reichert, Bischoff, Vogt, Remak* und mir. Da die Lehre von der

Pflanzenzelle auch für den Zoologen wichtig ist, so mache ich auch auf *Schleiden's* erste *Abhandlung über die Bildung der Pflanzenzelle*, in *Müll. Arch.* 1837, aufmerksam, ferner auf dessen *Grundzüge der Botanik, Nägeli's* Arbeit *über die Pflanzenzelle* in *Zeitschr. f. wiss. Bot. Heft II*, und *Mohl's* Monographie dieses Gegenstandes in *Handw. d. Physiol.* von *R. Wagner*, Art. Zelle.

II. Von den Geweben, Organen und Systemen.

§. 20.

Die Elementartheile einfacher und höherer Art sind nicht regellos im Körper zerstreut, sondern nach bestimmten Gesetzen zu den sog. Geweben und Organen vereint. Mit dem erstern Namen bezeichnet man jede constante, in gleichen Theilen immer in derselben Weise wiederkehrende Gruppirung der Elementartheile, mit dem eines Organes dagegen eine gewisse Summe von Elementartheilen von bestimmter Form und Function. Vereinen sich mehrere oder viele Organe gleicher oder verschiedener Art zu einer höhern Einheit, so heisst dies ein System.

Die Gewebe sind verschiedener Art, je nachdem nur einerlei Formelemente in ihnen vorkommen oder mehrfache Elemente und selbst Organe an ihrer Bildung sich betheiligen. Man kann daher einfachere und zusammengesetztere Gewebe unterscheiden, welche jedoch nicht scharf von einander sich abgrenzen lassen und am passendsten in folgender Reihe aufgezählt werden:

a) einfache Gewebe:
  1) Oberhaut-Gewebe,
  2) Knorpel-Gewebe,
  3) Elastisches Gewebe,
  4) Bindegewebe,

b) zusammengesetzte Gewebe:
  5) Knochengewebe,
  6) Gewebe der glatten Muskeln,
  7) Gewebe der quergestreiften Muskeln,
  8) Nervengewebe,
  9) Gewebe der Blutgefässdrüsen,
  10) Gewebe der ächten Drüsen.

Die Organe zerfallen in ähnlicher Weise wie die Gewebe in einfachere und zusammengesetztere.

Zu den einfacheren gehören:

a) Die Horngebilde, wie die Oberhaut, die Epithelien, Haare, Nägel, die Linse, die einzig und allein aus Epithelialzellen dieser oder jener Art bestehen.

b) Die wahren Knorpel und die elastischen Knorpel, die im Innern, seltene Ausnahmen abgerechnet, nur aus Knorpelgewebe

bestehen, äusserlich jedoch eine Gefässe und auch Nerven führende Hülle, das Perichondrium, besitzen.

c) Die elastischen Bänder, bestehen aus elastischen Fasern mit etwas Bindegewebe und enthalten nur an der Oberfläche einige wenige Gefässe und Nerven.

d) Die Sehnen, Bänder, ächten fibrösen Häute und Faserknorpel; enthalten vorwiegend Bindegewebe, daneben noch feine elastische Fasern und zum Theil Knorpelzellen in geringerer Zahl und ermangeln der Gefässe und Nerven fast ganz.

Zusammengesetztere Organe sind:

e) Die glatten Muskeln und Muskelhäute und

f) die quergestreiften Muskeln und Muskelhäute, beide neben ihren contractilen Elementen mit Bindegewebe, Nerven und Blutgefässen reichlich untermengt.

g) Die Nerven, Ganglien und höheren Centraltheile des Nervensystems; enthalten ausser grauer und weisser Nervensubstanz viele Blutgefässe und besondere Faserhüllen.

h) Die Gefässe, aus Bindegewebe, elastischem Gewebe, Muskeln und Epithelien in verschiedener Mengung zusammengesetzt und nur in den äussersten Lagen mit Gefässen und Nerven versehen.

i) Die Knochen und Zähne, die neben ihrem eigenthümlichen Gewebe in besonderen Weichgebilden viele Gefässe, Nerven und die erstern auch Mark führen.

k) Die Blutgefässdrüsen, aus einem besonderen drüsigen Element in Gestalt geschlossener Follikel verschiedener Art und vielen Blutgefässen, sowie auch Nerven und reichlichem, meist nicht contractilem Fasergewebe gebildet.

l) Die ächten Drüsen, mit Drüsenfollikeln, Drüsenbläschen oder Drüsenschläuchen, vielen Gefässen, Nerven und umhüllendem Fasergewebe.

m) Die gefässhaltigen Häute, wie die äussere Haut, die Schleimhäute, serösen Häute und eigentlichen Gefässhäute, welche in einer aus Bindegewebe und elastischem Gewebe bestehenden Grundlage, meist sehr zahlreiche Blutgefässe, Lymphgefässe, zum Theil auch einfache Drüsen und Nerven enthalten und von besonderen Epitheliallagen überzogen sind.

n) Die einzelnen Organe des *Tractus intestinalis,* wie Zunge, Munddarm, Schlundkopf, Speiseröhre, Magen u. s. w., in deren Bildung Schleimhäute, Muskelhäute und seröse Häute in dieser oder jener Gruppirung eingehen.

o) Die höheren Sinnesorgane, in denen fast alle Gewebe und viele einfacheren Organe vertreten sind.

Die Organe treten endlich noch zu besonderen Systemen zusammen, deren folgende sich unterscheiden lassen:

1) Das System der äussern Haut, bestehend aus der Lederhaut,

der Oberhaut, den Horngebilden und den grösseren (Milchdrüse) und kleineren Drüsen der Haut.

2) Das Knochensystem mit den Knochen, Knorpeln, Bändern und Gelenkkapseln.

3) Das Muskelsystem mit den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, den Sehnen, Fascien, Sehnenbändern und Schleimbeuteln.

4) Das Nervensystem mit den grossen und kleinen Centralorganen, den Nerven und höheren Sinnesorganen.

5) Das Gefässsystem mit dem Herzen, den Blut- und Lymphgefässen, sowie den Lymphdrüsen.

6) Das Darmsystem mit dem Darmcanal, den Respirationsorganen mit *Thymus* und *Thyreoidea*, den Speicheldrüsen, der Leber, Milz.

7) Das Harn- und Geschlechtssystem.

Da die einzelnen Organe und Systeme im speciellen Theile eine besondere Besprechung finden, so ist es hier nicht nöthig ausführlicher auf dieselben einzugehen und übrig daher nur noch die Gewebe selbst etwas näher zu charakterisiren, wobei zugleich auch noch einiges Allgemeine über die Organe am passendsten sich anschliessen wird.

§. 21.

Oberhautgewebe. Der morphologische Charakter des Oberhautgewebes ist der, einzig und allein aus selbständigen, ohne sichtbare Zwischensubstanz innig verbundenen, meist kernhaltigen Zellen zu bestehen, welche zum Theil noch vollkommene Bläschennatur besitzen, zum Theil in solide Schüppchen umgewandelt sind. In chemischer Beziehung ist dieses Gewebe noch wenig bekannt, doch ist so viel ausgemacht, dass die Zellen desselben vorzüglich eiweissartige Substanz, zum Theil auch Schleim enthalten und anfänglich alle leicht lösliche Proteinmembranen besitzen, die jedoch später zum Theil in eine in Alkalien und Säuren mehr oder weniger resistirende Substanz, sog. Hornsubstanz, sich umwandeln. Die physiologische Bedeutung des Oberhautgewebes ist vorzüglich die, gefäss- und nervenreichen Theilen des Organismus als schützende Hülle zu dienen und durch Thätigkeit seiner Elemente bei der Secretion und Absorption sich zu betheiligen. Alle Oberhautgebilde sind gefässlos und erhalten sich aus einem von den tiefer gelegenen Gefässen in sie übertretenden Plasma. Dieselben regeneriren sich äusserst leicht, wenn ihre oberflächlichen Theile verloren gehen und wachsen in diesem Falle, vorzüglich durch Bildung neuer Elemente in den tiefer liegenden Schichten nach; auch wenn sie ganz verloren gehen, erzeugen sie sich leicht neu.

Das Oberhautgewebe tritt in folgenden Formen auf:

1) Als Horngewebe. Dasselbe besteht immer aus compacteren Zellenmassen, die in der Nähe der gefässhaltigen Grundlage *(matrix)* weich, entfernter von derselben mehr oder weniger fest und hart (verhornt)

sind, und auch häufig die ursprüngliche Bläschennatur und den Zellenkern verloren haben und zu sog. Hornplättchen geworden sind. Hieher gehören folgende Organe:

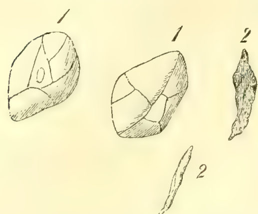


Fig. 12.

a) Die **Epidermis** oder **Oberhaut**, welche die äussere Fläche des Körpers bekleidet und an den grossen Oeffnungen der innern Cavitäten in die Epithelialbekleidungen derselben sich fortsetzt. Dieselbe besteht aus zwei ziemlich scharf getrennten Schichten, der **Schleimschicht**, mit weichen, mehr rundlich-polygonalen, unter gewissen Verhältnissen gefärbten Zellen, die sich an alle Unebenheiten der die Oberhaut ernährenden Lederhaut genau anschmiegt und nach aussen in die polygonale Plättchen besitzende **Hornschicht** übergeht.

b) Die **Nägel**. Dieselben können als ein modificirter Theil der Oberhaut angesehen werden, dessen Hornschicht eine noch grössere Festigkeit erlangt hat und mit der Schleimschicht auf einer besondern vertieften Fläche der Lederhaut, dem Nagelbette, aufliegt, zum Theil selbst in einer besondern Furche, dem Nagelfalze, steckt.

c) Die **Haare**, fadenförmige Oberhautgebilde, die in einem besondern, aus der Lederhaut hervorgegangenen und von einer Fortsetzung der Epidermis ausgekleideten Sacke, dem Haarbalge, auf einer gefässreichen Papille sitzen. Die an dieser Papille befindlichen Elemente sind weich und bläschenförmig, die weiter davon entfernten zu dreierlei Zellenformen, Plättchen, platten Fasern und rundlich-eckigen Zellen umgewandelt.

2) Als **Oberhäutchen, Epithelium**, mit weichen, nirgends fester verhornten, kernhaltigen Zellen, die bei rundlicher, polygonaler, spindelförmiger, cylindrischer oder kegelförmiger Gestalt bald Flimmern besitzen bald nicht und in einfacher oder mehrfacher Schicht sich finden, wonach sich folgende Formen desselben ergeben:

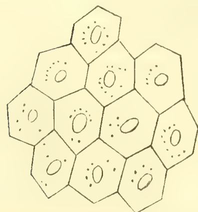


Fig. 13.

a) **Einschichtiges Epithelium**

1) **mit rundlich-polygonalen Zellen** (einschichtiges Pflasterepithelium).

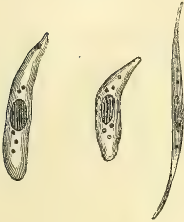
Findet sich als Bekleidung der ächten serösen Häute, der meisten Synovialhäute, der Gehirnventrikel *(Ependyma)*, der *Demours'*schen Haut, hinteren Fläche der Iris und innern Fläche der Chorioidea (Pigmentschicht), der innern Seite der Linsenkapsel und Retina, des innern Ohres, des

Fig. 12. Hornschichtplättchen des Menschen 350 mal vergrössert. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite.

Fig. 13. Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo, noch weich wie Epithelium, 350 mal vergrössert.

Endocardium, der Venen, vieler Drüsenbläschen und Drüsencanäle (traubenförmige Drüsen, Nieren, Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen, Lungen) und der *Ductus interlobulares* der Leber.

Fig. 14.

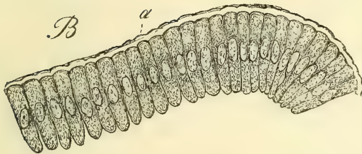


2) mit spindelförmigen, in der Fläche aneinandergereihten Zellen (Spindelepithelium).

Epithel der Arterien und mancher Venen.

3) mit cylindrischen Zellen (Cylinderepithel). Im Darm von der Cardia bis zum Anus, in den *Lieberkühn*'schen Drüsen, den Ausführungsgängen der Magensaftdrüsen, sowie aller andern Drüsen, die in den Darm münden, ebenso der Milch- und Thränendrüsen; ferner in der männlichen Urethra, dem *Vas deferens*, den Saamenblasen, den Ausführungsgängen der Prostata, der *Cowper*'schen, *Bartholini*'schen und Uterindrüsen.

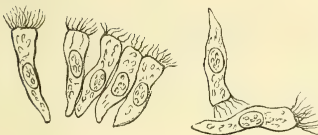
Fig. 15.



4) mit cylindrischen oder kegelförmigen flimmernden Zellen (flimmerndes einfaches Cylinderepithelium).

Epithel der feinsten Bronchien, der Nebenhöhlen der Nase, der innern Seite des Trommelfells, der *Tuba Eustachii*, des Uterus, von der Mitte des Mutterhalses an, der Tuben, bis auf die äussere Fläche der Fimbrien.

Fig. 16.



5) mit rundlichen flimmernden Zellen (flimmerndes einfaches Pflasterepithelium).

Epithel der Hirnhöhlen von Embryonen.

b) Mehrschichtiges Epithelium

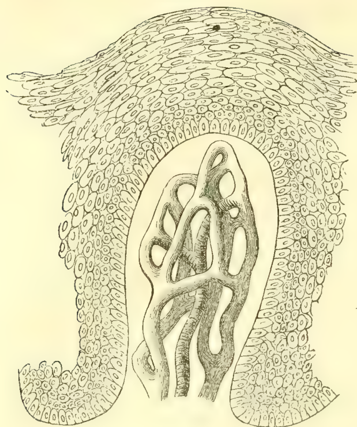
1) mit cylindrischen oder rundlichen Zellen in der Tiefe, rundlich-polygonalen mehr oder weniger abgeplatteten Zellen oben (geschichtetes Pflasterepithelium).

Fig. 14. Epithelialzellen aus Gefässen, die längere aus Arterien, die kürzern aus Venen.

Fig. 15. Epithel der Darmzotten des Kaninchens, 300 mal vergrössert.

Fig. 16. Flimmerzellen aus den feineren Bronchien, 350 mal vergrössert.

Fig. 17.

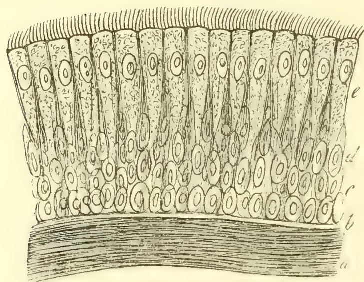


Epithel der Mundhöhle, der untern Hälfte des Pharynx, Speiseröhre, der Thränencanälchen, der Bindehaut der Augen, der Paukenhöhle, der Scheide und weiblichen Urethra, der Harnblase, Ureteren des Nierenbeckens und gewisser Synovialhäute.

2) mit rundlichen Zellen in der Tiefe, länglichen in der Mitte, flimmernden, kegelförmigen oben, (geschichtetes Flimmerepithelium) (Fig. 18).

Epithel des Kehlkopfes, der Trachea und grösseren Bronchien, der Nasenhöhle, mit Ausnahme der *Regio olfactoria*, des Thränensackes und Thränenganges, der obern Hälfte des Pharynx.

Fig. 18.



Als Oberhautgebilde lassen sich auch noch bezeichnen die Linse und der Zahnschmelz. Die erstere besteht aus langen röhrenförmigen mit Eiweiss gefüllten Zellen, welche, wie die Entwicklungsgeschichte nachweist, durch Metamorphose eines Theiles der Epidermis entstehen. Letzterer enthält prismatische, stark ossificirte lange Fasern, die wahrscheinlich ebenfalls nichts anderes als ungemein verlängerte Epithelialzellen des Schmelzorganes des embryonalen Zahnsäckchens sind.

Das Oberhautgewebe ist fast durch die ganze Thierreihe verbreitet, und zeigt, was seine Elemente anlangt, bei Thieren keine sehr erheblichen Abweichungen. Eine der Arten desselben, das Horngewebe, erscheint bei Thieren verbreiteter und zum Theil in eigenthümlichen Formen. Es gehören zu demselben a) von Gebilden, die der äussern Haut angehören, die Krallen, Klauen, Hufe, Hörner, Stachel, Platten und Schilder, Borsten, Federn, Penisstacheln; b) von Schleimhautexcrescenzen: die Hornscheiden der Kiefer der Vögel, Schildkröten, von Siren und Ornithorhynchus, die Hornzähne der Cyclostomen, des Ornithorhynchus, der Kiemenbogen der Fische, der Batrachierlarven, die Wallfischbarten, die Zungenstacheln und Platten von Vögeln, Säugern und einigen Amphibien, die Stacheln der Speiseröhre von Schildkröten, die Kiefer von Cephalopoden und andern

Fig. 17. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleisch eines Kindes, 250 mal vergrössert.

Fig. 18. Flimmerepithelium von der Trachea des Menschen, 350 mal vergrössert. *a.* äusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b.* homogene äusserste Lage der Mucosa, *c.* tiefste runde Zellen, *d.* mittlere längliche, *e.* äusserste Flimmern tragende.

Wirbellosen, die Magenzähne vieler Mollusken, die Hornplatten des Vogelmagens. In allen diesen Gebilden sind, jedoch oft nur mit Hülfe von caustischen Alkalien, Hornplättchen dieser oder jener Art, wie in den Horngebilden des Menschen zu erkennen. Dagegen weichen die Hartgebilde der Gliederthiere nicht nur morphologisch, sondern auch chemisch von denselben ab, indem sie aus einer eigenthümlichen Substanz, dem Chitin, bestehen und keinen zelligen Bau erkennen lassen.

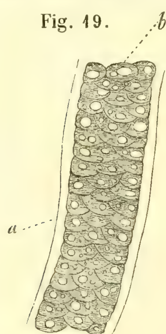
Literatur. *Purkyňe et Valentin, de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui. Vratisl.* 1835. (Entdeckung der Flimmerbewegung bei höhern Thieren); *Henle, Symbolae ad anatom. vill. int. Berol.* 1837; über die Ausbreitung der Epithelien im menschlichen Körper. Berlin 1838 und über Schleim- und Eiterbildung und ihr Verhältniss zur Oberhaut (erste genaue Beschreibung der verschiedenen Oberhautzellen); *Valentin*, Art. Flimmerbewegung im *Handw. d. Physiol. Jäsche, de telis epithelialibus in specie et de iis vasorum in genere. Dorp.* 1847.

§. 22.

Knorpelgewebe. Die Knorpel bestehen aus einer festen, aber elastischen, bläulichen, milchweissen oder gelblichen Substanz, die in morphologischer Beziehung in doppelter Weise sich verhält und einmal als einfaches Parenchym von Zellen und zweitens als Zellengewebe mit einer zwischen den Elementen befindlichen Grundsubstanz erscheint. Die Knorpelzellen bieten in der Form wenig Eigenthümliches dar; dieselben sind meistens rund oder länglichrund, häufig abgeplattet oder spindelförmig, sehr selten sternförmig (bei Tintenfischen, Haien, in Enchondromen). Ihre Membran ist in der Regel dick, häufig mit concentrischen Schichten belegt, der Inhalt hell und mehr flüssig mit einem Zellenkern, und, jedoch nicht constant, einzelnen oder mehreren Fetttropfen. Die Grundsubstanz ist entweder homogen oder fein granulirt oder faserig, selbst mit deutlichen, isolirbaren Fasern. Die chemischen Charaktere des Knorpelgewebes sind zum Theil noch wenig bekannt. So viel ist sicher, dass die Zellen und die Grundsubstanz nicht aus demselben Stoffe bestehen. Die Membranen der Knorpelzellen lösen sich nämlich beim Kochen nicht auf und leisten in Alkalien und Säuren lange Widerstand, Eigenschaften, welche sie von der leimgebenden Substanz entfernen, dagegen dem elastischen Gewebe nähern. Der Inhalt der Zellen gerinnt in Wasser und verdünnten organischen Säuren und löst sich in Alkalien leicht auf. Die Grundsubstanz ist bei der Mehrzahl der Knorpel Chondrin, und nur bei den Netzknorpeln ein Stoff, der der Substanz des elastischen Gewebes sehr verwandt ist. Demzufolge geben die nur aus Knorpelzellen bestehenden Knorpel und die Netzknorpel beim Kochen in Wasser keinen Leim und gehört das Vorkommen von solchen nicht zum Charakter des Knorpelgewebes. In physiologischer Beziehung ist besonders die Festigkeit und Elasticität der Knorpel hervorzuheben, Eigenschaften, durch welche die Knorpel in verschiedener Weise von Nutzen sind. In wachsenden Knorpeln ist der Stoffwechsel sehr energisch und enthalten dieselben auch an gewissen Orten constant in besondern Knorpelcanälen zahlreiche Blutgefässe, ja selbst wie von

mir in der Nasenscheidewand des Kalbes nachgewiesen wurde, Nerven. Das Wachsthum geschieht einmal durch endogene Zellenvermehrung, deren Spuren auch in fertigen Knorpeln noch immer deutlich zu erkennen sind, und dann durch Ablagerung einer Zwischensubstanz aus dem Blutplasma zwischen die in jedem Knorpel anfänglich allein vorhandenen Zellen, die nach *Schwann's* Erfahrungen auch bei wahren Knorpeln anfänglich kein Chondrin gibt und später an Menge immer mehr zunimmt. Bei fertigen Knorpeln ist der Stoffwechsel auf jeden Fall nicht energisch und hat derselbe auch, abgesehen von den Gefässen der viele Knorpel überziehenden Knorpelhaut *(Perichondrium)*, und des angrenzenden Knochens keine besondern Vermittler, ausser bei den Knorpeln einiger Säugethiere (Nasenscheidewand) und der Plagiostomen, in welchen letztern nach *Leydig* auch bei alten Thieren zum Theil Gefässcanäle (Raja), zum Theil anastomosirende spindel- oder sternförmige Knorpelzellen (Haie) sich finden. Im Alter wird die Grundsubstanz gewisser ächter Knorpel gern faserig und in ihren chemischen Charakteren derjenigen der Netzknorpel sehr ähnlich, was mit beweist, dass diese zwei Knorpelarten nicht scharf von einander geschieden sind, auch verknöchern die wahren Knorpel gar nicht selten, indem zugleich Gefässe und Knorpelmark in ihnen sich ausbilden. Regenerationsfähigkeit besitzen die Knorpel nicht und ebensowenig heilen Knorpelwunden durch Knorpelsubstanz, dagegen ist accidentelle Knorpelbildung gar nicht selten.

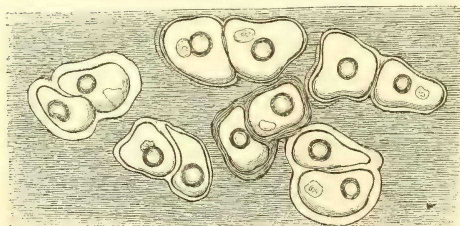
Fig. 19.



Die verschiedenen Arten des Knorpelgewebes sind folgende:

a) Knorpelgewebe ohne Grundsubstanz, oder Knorpelzellenparenchym. Hieher gehört die *Chorda dorsalis* der Embryonen und mancher ausgewachsenen Fische, ferner viele fötale Knorpel, die Knorpel der Kiemenblättchen der Fische zum Theil und die des äussern Ohres mancher Säugethiere.

Fig. 20.



b) Knorpelgewebe mit Grundsubstanz.

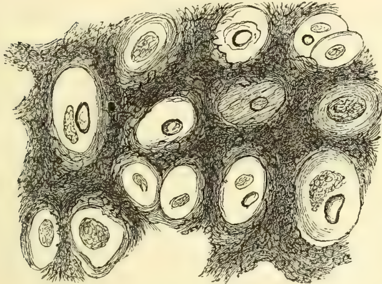
1) Mit mehr homogener, chondringebender Grundsubstanz, ächter Knorpel, hyaliner Knorpel. Findet

Fig. 19. Stück der *Chorda dorsalis* eines 6''' langen Schaafembryo. *a.* Scheide derselben; *b.* Zellen mit hellen blasigen Räumen.

Fig. 20. Knorpelzellen aus der weisslichen Schicht der *Cart. cricoidea*, 350 mal vergrössert. Vom Menschen.

sich bei den grössern Knorpeln der Respirationsorgane, denen der Gelenke, Rippen und der Nase, dann bei allen Symphysen und Synchondrosen unmittelbar an den Knochen, am *Talus ossis cuboidei* und bei den sogenannten ossificirenden Knorpeln des Fötus.

Fig. 21.



2) Mit faseriger, kein oder nur wenig Chondrin gebender Verbindungssubstanz, Netzknorpel, gelber Knorpel: Faserknorpel zum Theil, Epiglottis, *Cartil. Santorinianae, Wrisbergianae*, Knorpel des Ohres und der *Tuba Eustachii, Ligg. intervertebralia* zum Theil.

Bei Wirbellosen kommen viele in der Consistenz dem Knorpel ähnliche Gewebe vor, doch ist wahrer Knorpel bisher nur gefunden bei den Tintenfischen.

Literatur. *Meckauer, de penitiori cartilaginum structura Diss. Vratisl.* 1836; *J. Müller* in *Poggendorf's Annalen* 1836 *St.* 293; *Rathke* in *Fror. Not.* 1847. *p.* 306; *A. Bergmann, de cartilaginibus Disq. micr. Mitaviae* 1850.

§. 23.

Elastisches Gewebe. Die Elemente des elastischen Gewebes sind dunkel conturirte, cylindrische oder bandartige Fasern, welche in ihrem Durchmesser vom unmessbar Feinen, bis zur Dicke von 0,003‴, ja selbst 0,005‴ (bei Thieren selbst 0,008‴) gehen und, wenn sie in Massen beisammen liegen, eine gelbliche Farbe darbieten. Diese sog. elastischen Fasern sind, wenn vollkommen ausgebildet, ganz solid, können jedoch nachträglich stellenweise kleine Höhlungen erhalten, welche bei einem Geschöpf, der Giraffe *(Queckett, histological catalogue I.)*, so regelmässig auftreten, dass die Fasern ein zierlich quergestreiftes Ansehen erhalten. Die Ränder der elastischen Fasern sind in der Regel ganz geradlinig, erscheinen jedoch in seltenen Fällen gezackt, ja selbst, wie *Virchow* in neugebildeten Geweben sah, mit äusserst vielen kürzern und längern spitzen Ausläufern besetzt. Man trennte bisher von den elastischen Fasern die Kernfasern; da jedoch die letztern, ausser im Durchmesser, in gar nichts von den erstern sich unterscheiden, ferner alle elastischen Fasern ursprünglich

Fig. 22.

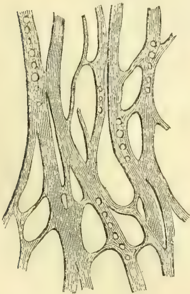


Fig. 21. Ein Stückchen aus der menschlichen Epiglottis, 350 mal vergrössert.

Fig. 22. Elastisches Netz aus der *Tunica media* der *Art. pulmonalis* des Pferdes mit Löchern in den Fasern, 350 mal vergrössert.

eben so fein sind wie die Kernfasern, endlich die letztern nicht aus Kernen allein sich hervorbilden, so ist es besser den Namen Kernfasern ganz fallen zu lassen und die elastischen Fasern einfach in feinere und stärkere einzutheilen. Die elastischen Fasern finden sich entweder isolirt als längere oder kürzere, gerade verlaufende oder spiralig andere Theile (Bindegewebsbündel, Nerven) umschnürende Fasern und gehören

Fig. 23.

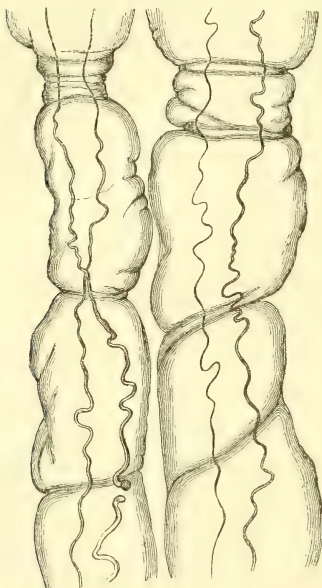


Fig. 24.

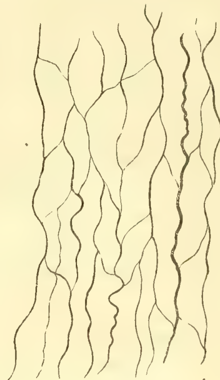
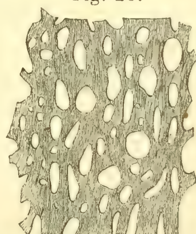


Fig. 25.



in diesem Falle gewöhnlich der feinern Art an, oder dieselben bilden mit Fasern verschiedener Stärke anastomosirend das sog. elastische Fasernetz, welches bald membranartig ausgebreitet ist, bald andere Gewebe in verschiedener Tiefe durchzieht. Eine Modification dieses elastischen Fasernetzes stellen die elastischen Membranen dar, in denen die Fasern so dicht verflochten sind, dass eine zusammenhängende Haut entsteht, welche im extremsten Fall keine Andeutung ihrer ehemaligen Natur mehr zeigt und als ganz gleichartige Haut mit kleineren Lücken (gefensterte Membran, *Henle)* erscheint.

In chemischer Beziehung bietet das elastische Gewebe sehr be-

Fig. 23. Zwei secundäre Bindegewebsbündel aus der *Arachnoidea* des Menschen mit umspinnenden und geraden (interstitiellen) feineren elastischen Fasern, 350 mal vergrössert mit Essigs.

Fig. 24. Netz feiner elastischer Fasern aus dem *Peritonaeum* eines Kindes, 350 mal vergrössert.

Fig. 25. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Carotis* des Pferdes, 350 mal vergrössert.

stimmte Reactionen dar, doch ist die Substanz desselben in ihrer Zusammensetzung noch nicht genau erkannt. In kalter concentrirter Essigsäure werden die elastischen Fasern ausser dass sie etwas anschwellen, durchaus nicht angegriffen, dagegen lösen sie sich nach tagelangem Kochen allmälig auf; durch Salpetersäure färben sich dieselben gelb, durch *Millon's* Reagens auf Proteinverbindungen roth, während Schwefelsäure und Zucker keine Einwirkung (rothe Färbung) auf dieselben haben. In mässig concentrirter Kalilösung bleibt elastisches Gewebe in der Kälte lange Zeit unverändert, ausser dass es aufquillt und etwas erblasst, bei tagelangem Erwärmen damit wird es in eine gallertartige Masse verwandelt. In Wasser löst sich dieses Gewebe selbst durch 60stündiges Kochen nicht auf, verwandelt sich jedoch nach 30stündigem Kochen bei 160° (im Papinianischen Topfe) in eine bräunliche, nach Leim riechende, aber nicht gelatinirende Substanz, die durch Gerbsäure, Jodtinktur und Sublimat, nicht aber durch die andern Reagentien des Chondrins gefällt wird.

In physiologischer Beziehung ist vor allem die grosse Elasticität dieses Gewebes hervorzuheben, durch welche dasselbe die Bewegungsorgane sehr wesentlich unterstützt und auch sonst, wie z. B. bei den Stimmbändern, eine wichtige Rolle spielt. Mit Bezug auf die Entwicklung gewinnt die Vermuthung von *Schwann*, dass dieses Gewebe aus Zellen hervorgehe, durch die neuern Untersuchungen immer festern Bestand; in der That lassen sich in allen Theilen, welche später elastisches Gewebe enthalten bei Embryonen eigenthümliche spindelförmige oder sternförmige, scharf zugespitzte Zellen erkennen, welche durch Verschmelzung längere Fasern oder Netze erzeugen, an denen anfänglich noch die Gegenden, wo die ehemaligen Zellenkörper sich befanden, als Anschwellungen mit verlängerten Kernen im Innern sich erkennen lassen. In diesem Zustande bleiben die Fasern nicht selten und stellen dann eine Modification der ehemals sog. Kernfasern vor, oder es verschwindet jede Spur der früheren Zusammensetzung, so dass ganz gleichmässige Fasern oder Fasernetze entstehen. Diese können dann entweder zeitlebens als feine elastische Fasern und Netze bestehen oder durch

Fig. 26. Fig. 27.



Fig. 26. Bildungszellen der elastischen Fasern, 350 mal vergr. Aus der Achillessehne *a*. von einem 4monatlichen Embryo. *b*. von einem 7monatlichen Fötus einige Zellen frei mit 1 und 2 Ausläufern, andere zu zweien und dreien verschmolzeu.

Fig. 27. Sternförmige Bildungszellen der Kernfasern aus dem *Tendo Achillis* eines Neugebornen, 350 mal vergrössert.

Dickenzunahme in die gröbere Form des Gewebes übergehen. Die mehr homogenen elastischen Membranen sind nichts als enge elastische Netze, deren Fasern so sehr sich verbreitet haben, dass nur noch enge Räume zwischen denselben übrig bleiben. Das fertige elastische Gewebe scheint fast keinen Stoffwechsel zu besitzen, wenigstens ist dasselbe, auch wenn es in grössern Massen auftritt, so zu sagen gefässlos, dagegen möchte in den Formen, die noch Andeutungen der anfänglichen Zellen zeigen, noch etwas Saftbewegung sich finden. Eine Regeneration des elastischen Gewebes ist nicht bekannt, hingegen sind Neubildungen desselben nicht selten.

Das elastische Gewebe tritt selten in grössern Massen auf, findet sich dagegen sehr häufig mit Bindegewebe gemengt entweder in Form isolirter Fasern oder von Netzen mannigfacher Art. Als wirklich elastische Organe sind zu bezeichnen:

a) Die elastischen Bänder, in denen das Gewebe nur mit geringer Beimengung von Bindegewebe und fast ohne Gefässe und Nerven so zu sagen rein auftritt. Zu denselben zählen die *Ligg. flava* der Wirbel, das *Lig. nuchae*, gewisse Bänder des Kehlkopfs, das *Lig. stylohyoideum* und *Lig. suspensorium penis*.

b) Die elastischen Membranen, welche entweder als Fasernetze oder gefensterte Häute erscheinen und in den Gefässhäuten, namentlich denen der Arterien, in der Trachea und den Bronchien und in der *Fascia superficialis* sich finden.

Das elastische Gewebe findet sich bei allen Wirbelthierclassen in denselben Theilen wie beim Menschen, ausserdem auch noch an einigen besondern Stellen, wie in den Krallenbändern der Katzen, in der Flughaut der Säuger, in den Flughautfalten der Vögel, in den Lungensäcken der Vögel. Bei Wirbellosen scheint dieses Gewebe selten zu sein, und ist nicht einmal sicher, ob die hier vorkommenden elastischen Bänder, wie z. B. der Muscheln, anatomisch und chemisch mit dem elastischen Gewebe der höhern Thiere übereinstimmen.

Von den verschiedenen, zum elastischen Gewebe gehörenden Theilen sind fast nur die von *Gerber* sogenannten Kernfasern auf ihre Entwicklung untersucht worden. Mit Bezug auf diese hatte die von *Henle* namentlich vertretene Ansicht, dass dieselben durch Verschmelzung verlängerter Kerne entstehen, so ziemlich allgemeine Geltung erlangt, bis vor kurzem durch *Virchow* und *Donders* fast gleichzeitig eine andere Anschauung angebahnt wurde. Beide dieser Autoren gehen von der Untersuchung des Bindegewebes aus und zeigen, dass was man hier für verlängerte, isolirte oder mehr oder weniger verschmolzene Kerne gehalten hat, nichts als spindel- oder sternförmige Zellen mit feinen Ausläufern sind, die einen meist verlängerten Kern eng umschliessen und zum Theil zu Fasern oder Netzen sich verbinden. Mit Hinsicht auf die Entwicklung dieser Zellen, so zieht *Virchow* aus *Schwann's* Angaben und *Donders* aus seinen eigenen Erfahrungen das Resultat, dass die bekannten spindelförmigen Zellen in dem in der Anlage begriffenen Bindegewebe von Embryonen nichts als die Bildungszellen der sogenannten Kernfasern seien, woran dann weiter in gleicher Weise der Schluss sich anreiht, dass das eigentliche Bindegewebe nicht aus Zellen hervorgehe, sondern nichts als faserig gewordenes Cytoblastem sei. So gelangen beide Autoren schliesslich dazu, Bindegewebe und Knorpel einander ganz an die Seite zu stellen und die Bildungszellen der sog. Kernfasern, die *Virchow* „Bindegewebskörperchen" nennt, mit den

Knorpelzellen, die Grundsubstanz der Knorpel mit dem faserigen Theile des Bindegewebes zu parallelisiren. *Virchow* geht dann noch weiter und vergleicht auch die Knochensubstanz dem Bindegewebe und zwar vor allem die aus weichem Blasteme, wie ich es nannte, ossificirende, bei der die Knochenhöhlen aus sternförmigen, anastomosirenden Bindegewebskörperchen hervorgehen sollen, eine Zusammenstellung, die ihn dann vor Allem zu dem Ausspruche bewogen zu haben scheint, dass die Kernfasern hohl seien und ein grosses Röhren- und Höhlensystem durch die Gewebe der Bindesubstanz bilden, welches wahrscheinlich der Ernährung diene. Man könne sich denken, dass durch diese Röhren die Ernährungsflüssigkeit ziemlich weit geleitet und durch die Gewebe schnell und gleichmässig vertheilt werde, in welchem Falle die Kerne als eigentlicher Regulations-, die Zellen nur als Leitungsapparat aufgefasst werden müssten.

Prüft man diese verschiedenen Angaben an der Hand der Beobachtung, so ergibt sich manches ganz Richtige, aber auch einiges durchaus nicht Haltbare. Es ist richtig, dass die sogenannten Kernfasern aus Zellen sich entwickeln und findet sich eigentlich diese Thatsache schon in einigen früheren Angaben und Abbildungen von *Valentin*, *Hassall*, *Queckett* u. A. angedeutet. In Geweben von erwachsenen Geschöpfen ist es an vielen Orten allerdings ganz unmöglich, an andern wenigstens schwierig, sich hierüber eine Gewissheit zu verschaffen, weil hier, wenn auch die Kernfasern noch Andeutungen von Zellen darbieten, doch die Zellmembranen den verlängerten und keineswegs geschwundenen Kern so eng umgeben, dass es oft ganz unmöglich ist zu entscheiden, ob man eine Zelle mit zwei oder mehr feinen Ausläufern und einem Kern oder einen spindel- oder sternförmigen Kern vor sich hat; dagegen ist es bei jungen Geschöpfen, an denen auch *Virchow* seine ersten Erfahrungen sammelte, und dann vor allem bei Embryonen relativ leicht in dieser Sache ins Reine zu kommen. Ich finde beim Menschen als besonders dienliche Objecte die Sehnen, Bänder und die *Aponeurosis palmaris et plantaris*, war aber auch an allen andern Orten, wo elastisches Gewebe dem Bindegewebe beigemengt ist, im Stande, den Entwicklungsgang desselben zu verfolgen. Am besten geht man von 3 bis 4monatlichen Fötus aus. Hier sind in allen festeren Bindegewebsorganen (Sehnen, Bändern, Fascien, in der Cutis) die eigentlichen Bindegewebsfibrillen schon ganz hübsch entwickelt, während von Kernfasern so zu sagen keine Spur sich zeigt. An ihrer Stelle finden sich jedoch zwischen den oft sehr deutlichen Bindegewebsbündeln eine grosse Zahl spindelförmiger Zellen von 0,01—0,015''' Länge, die in der 0,002—0,003''' breiten Mitte einen sie ganz erfüllenden länglichrunden hellen Kern mit Kernkörperchen enthalten und an den Enden in einen feinen dunklen Faden auslaufen. Verfolgt man diese Zellen, neben denen immer noch viele runde und länglich runde Zellen, aus denen sie sich bilden und dann auch einzelne sternförmige mit 3 bis 5 Ausläufern vorkommen, bei älteren Embryonen, so ergibt sich, dass dieselben allmälig länger und schmaler werden und vom 6. Monat an mit einander zu längern Fasern oder Netzen zu verschmelzen beginnen; doch lassen sich noch längere Zeit, selbst in dem 7. und 8. Monate aus allen Bindegewebsformen diese Bildungszellen des elastischen Gewebes einzeln und zu zweien und dreien verbunden mit Leichtigkeit in Menge isoliren. Beim ausgetragenen Fötus geht dies nun allerdings nicht mehr, dagegen zeigen hier die fertigen Kernfasern, wenigstens in den festeren Bindegewebsformen, noch ganz deutlich ihre Zusammensetzung aus spindel- und sternförmigen Zellen mit Kernen, was, wie wir schon sahen, selbst hie und da noch beim Erwachsenen der Fall ist.

Was für die Kernfasern gilt, darf auch auf die elastischen Fasern übertragen werden, die von *Donders* und *Virchow* nicht weiter berücksichtigt wurden. Schon *Valentin* fand (*Wagn. Handw. d. Phys. I. St.* 668), dass die elastischen Fasern des Nackenbandes des Kalbes bedeutend feiner sind als beim Ochsen und ich gab an (*Zeitschr. f. wiss. Zool. I. St.* 77. *Anm.*), dass alle dicken elastischen Fasern des Erwachsenen einmal die Natur gewöhnlicher Kernfasern haben. In der That findet

man beim Neugebornen noch keine einzige wahre elastische Faser, indem selbst diejenigen des *Lig. nuchae,* der *Ligg. flava,* der *Aorta* in ihren stärksten Vertretern nicht mehr als 0,0008—0,001‴ messen. Schon dieser Umstand könnte bei der sonstigen grossen Uebereinstimmung der elastischen und sogenannten Kernfasern als Beweis angesehen werden, dass die erstern ebenfalls aus Zellen sich entwickeln, es lässt sich jedoch diese Entwicklungsweise auch durch directe Thatsachen belegen. In der Aorta, dem Nackenbande und der *Fascia superficialis abdominis* menschlicher Embryonen aus dem 4. und 5. Monat finden sich dieselben kurzen Spindelzellen wie im gewöhnlichen Bindegewebe und lässt sich deren Vereinigung zu anfangs feinen Fasern, wenn auch an den beiden erstgenannten Orten nicht ganz so leicht, doch mit Sicherheit nachweisen, so dass mithin die Uebereinstimmung der feinen und gröbern elastischen Fasern auch in der Genese feststeht.

Nicht in gleichem Maasse, wie mit Bezug auf die Genese der feinen elastischen Fasern, stimme ich mit Bezug auf die andern Punkte mit den genannten Autoren überein. Was einmal die physiologische Bedeutung der sogenannten Kernfasern betrifft, so gebe ich *Virchow* zwar zu, dass dieselben selbst beim Erwachsenen an einigen Orten noch mehr ihren ursprünglichen Charakter eines Kanalsystemes zu haben scheinen, kann jedoch unmöglich beipflichten, wenn die Kernfasern schlechthin als ein Röhrensystem, das der Ernährung diene, angesprochen werden. Meiner Meinung nach sind alle feinen elastischen Fasern, die keine Spuren der ursprünglichen Zellenkörper mehr darbieten, mithin diejenigen des areolären Bindegewebes, der Lederhaut, Fascien, des Perimysium, Periostes, der *Dura mater,* der serösen Häute, der Gefässwände, Schleimhäute, solide Fasern und nur als elastische Elemente dem Organismus dienlich. Eine Beziehung zur Nutrition lässt sich höchstens bei den den embryonalen Verhältnissen näherstehenden elastischen Elementen der Sehnen und Bänder und der Hornhaut annehmen, erscheint aber auch hier zum Theil durchaus nicht in der Art begründet, dass man sich mit Bestimmtheit für dieselbe aussprechen könnte. In den Sehnen und Bändern nämlich sind offenbar nur ein Theil der elastischen Elemente nicht ganz ausgebildet, so dass noch möglicher Weise Höhlungen in ihnen sich finden, ein anderer ganz bedeutender dagegen ebenso weit entwickelt, wie anderwärts und ohne Spur von Lumen. Wollte man nun annehmen, dass der erstere zur Fortleitung der Ernährungsflüssigkeit in bestimmter Beziehung stehe, so bliebe unerklärt, warum gewisse Regionen der genannten Organe vor andern begünstigt sind. Nimmt man hinzu, dass bei den Sehnen und Bändern, wie beim Bindegewebe überhaupt, die Vegetation, der Stoffwechsel auf jeden Fall äusserst darniederliegt, ferner dass die Anordnung der Kernfasern in denselben (ihr mehr longitudinaler Verlauf, der Mangel von Anastomosen der Kernfasern der verschiedenen secundären Sehnenbündel) sie sehr wenig geeignet erscheinen lässt, Ernährungsflüssigkeiten von den Oberflächen dieser Organe, wo allein die Gefässe sich befinden, bis ins Innere derselben zu leiten, so wird man nicht sehr geneigt, auf die fragliche Hypothese näher einzugehen. Nur für die Cornea, wo aber auch das elastische Gewebe ganz auf embryonaler Stufe steht, möchte ich *Virchow's* Vermuthung für begründet halten, und was die andern Gewebe anlangt, so will ich soviel zugeben, dass wo die elastischen Elemente in einem solchen minder entwickelten Zustande sind, dass sie an grösseren oder kleineren Stellen noch *Lumina* enthalten, dieselben bei der Fortleitung der natürlich auch in diese Organe eindringenden Ernährungsflüssigkeit und somit auch bei der Ernährung derselben sich mitbetheiligen, allein dies wäre mehr nur als Nebenwirkung anzusehen und würde noch keineswegs berechtigen, dieselben den eigens zu diesem Zwecke vorhandenen feinen Ernährungscanälen der Zähne und Knochen an die Seite zu stellen. Viel eher noch könnte man den unentwickelten Kernfasern und ihren Bildungszellen im unreifen (pathologischen oder normalen) Bindegewebe eine solche Bedeutung zuschreiben, weil hier wenigstens die anatomischen und physiologischen Beziehungen des Gewebes einer solchen Annahme nicht entgegen sind; es

wäre jedoch damit kaum mehr gesagt, als von jedem unentwickelten Fasergewebe ausgesprochen werden kann.

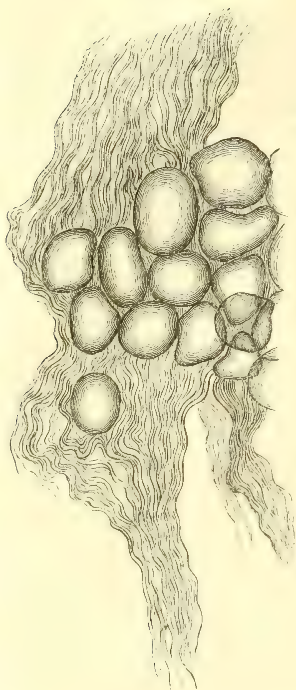
Ein zweiter und viel wichtigerer Punkt, in dem ich von *Donders* und *Virchow* differire, ist die Auffassung des Bindegewebes überhaupt. Beide diese Autoren halten dafür, dass das Bindegewebe nicht aus Zellen, sondern durch eine Zerfaserung eines homogenen Cytoblastemes sich entwickle, und glauben, dass alle spindelförmigen embryonalen Zellen, die man seit *Schwann* als Bildungszellen desselben angesehen, nicht zu diesem, sondern zum elastischen Gewebe gehören. Eine solche Annahme kann ich unmöglich stützen und begreift sich dieselbe meiner Meinung nach nur dann, wenn man weiss, dass die genannten Autoren mehr aus theoretischen Gründen und nicht durch directe Beobachtung zu derselben gelangten. Bei *Virchow* scheint vor allem eine Stelle *Schwann's* maassgebend gewesen zu sein, da wo er das embryonale Bindegewebe als eine gallertartige homogene Masse schildert, die sich beim Kochen löst und Zellen in sich vertheilt enthält, die durch das Kochen nicht angegriffen werden. *Virchow* steht nicht an, diese Schilderung auf alles Bindegewebe auszudehnen und anzunehmen, dass die in Wasser lösliche Substanz dem späteren faserigen Bindegewebe entspreche und zu demselben werde, die nicht löslichen Zellen den Bildungszellen der sogenannten Kernfasern, hat aber hierbei ausser Augen gelassen, dass *Schwann* nur von einer ganz bestimmten Form von Bindegewebe, dem areolären oder lockeren spricht, und die Bildung des festeren Bindegewebes, einer Sehne z. B., ganz anders schildert. In einer solchen findet sich gerade umgekehrt, so zu sagen keine Spur von Cytoblastem, so dass dasselbe in keiner Weise direct zur Beobachtung kommt und besteht dieselbe durch und durch aus isolirten oder zu Bindegewebsbündeln verschmolzenen Faserzellen. Um dies zu sehen, muss man aber zu einer sehr frühen Zeit untersuchen, da, wie *Schwann* richtig bemerkte, die Elemente der fibrösen Gewebe sehr früh sich entwickeln, ein Umstand, dessen Nichtberücksichtigung *Donders* zur Aufstellung einer ähnlichen Ansicht wie *Virchow* gebracht zu haben scheint. Ich für mich habe *Schwann's* Angaben in allem Wesentlichen bestätigt gefunden, mit der einzigen Ausnahme, dass er die Bildungszellen der elastischen Fasern noch nicht kennt und mit denen des Bindegewebes zusammenwirft, und finden sich meine hierauf bezüglichen Erfahrungen im nächsten §. mitgetheilt. Demnach kann ich auch nicht zugeben, dass Knorpel und Bindegewebe nahe zusammengebracht werden, indem die Grundsubstanzen beider, wenn auch chemisch übereinstimmend, doch genetisch ganz verschieden sich verhalten.

Literatur. *A. Eulenberg, de tela elastica, Berol.* 1836; *Virchow*, die Identität von Knochen, Knorpel- und Bindegewebskörperchen, sowie über Schleimgewebe, in *Verhandl. der phys med. Gesellschaft in Würzburg, Bd. II.* 1851, *St.* 150 und Weitere Beiträge z. Kenntniss d. Structur der Gewebe der Bindesubstanz. Ebend. II. St. 314; *Donders* in *Nederlansch Lancet*, 1851, Jul. Aug. und in *Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. St.* 348; *Kölliker*, über die Entwicklung der sogenannten Kernfasern, der elastischen Fasern und des Bindegewebes, in *Verh. d. phys. med. Ges. in Würzburg, Bd. III. Heft* 1.

§. 24.

Bindegewebe. Die Elementartheile, welche im Bindegewebe sich finden, können in wesentliche, nirgends fehlende und in mehr zufällig oder nur an gewissen Orten vorkommende geschieden werden. Zu den erstern gehören die Bindegewebsbündel, sowie das mehr homogene Bindegewebe, zu den andern elastische Fasern in verschiedenen Formen und Entwicklungszuständen, dann Fettzellen, Knorpelzellen

Fig. 28.



und Pigmentzellen verschiedener Art. Ausserdem enthält manches Bindegewebe auch nicht unbedeutende Mengen einer gallertigen Zwischensubstanz. Die Bindegewebsbündel sind unter den wesentlichen Elementen des Bindegewebes die häufigeren; ein jedes derselben besteht aus einer gewissen Zahl sehr feiner Fäserchen, den Bindegewebsfibrillen, welche durch ihren geringen Durchmesser (0,0003 —0,0005‴), ihre blasse Farbe, ihr gleichartiges Ansehen und den Mangel jeder Streifung von den ihnen sonst am nächsten stehenden feinsten elastischen Fasern und Muskelfibrillen sich unterscheiden. Dieselben vereinigen sich unter Beihülfe einer geringen Menge eines hellen Bindemittels und bilden so die genannten Bündel, welche in manchen Beziehungen an diejenigen der quergestreiften Muskeln erinnern, jedoch durch die Abwesenheit einer besondern, dem Sarcolemma zu vergleichenden Hülle und durch einen geringern mittlern Durchmesser (0,004—0,005‴) von denselben abweichen. Dieselben sind entweder lange, leicht wellenförmig verlaufende Stränge von überall gleicher Dicke, die nicht direct untereinander sich verbinden, sondern, in verschiedener Weise neben und übereinander gelagert, grössere Bündel und Lamellen bilden, oder es fliessen dieselben, ähnlich den elastischen Netzen, zu einem Maschenwerk zusammen und bilden das von mir sogenannte netzförmige Bindegewebe. — In seltenen Fällen erscheinen die Bindegewebsbündel nicht aus Fibrillen zusammengesetzt, sondern mehr homogen, wie im Neurilem, wo sie als *Remak*'sche Fasern bekannt sind. — Ausser dieser Form des Bindegewebes gibt es noch eine zweite, seltenere, bei welcher weder Bündel noch Fibrillen deutlich unterschieden werden können, sondern nichts als ein membranartig ausgebreitetes oder in grössern Massen auftretendes, fein granulirtes oder leichtstreifiges, selbst ganz homogenes helles Gewebe, homogenes oder *Reichert*'sches Bindegewebe. — Die sonstigen im Bindegewebe noch vorkommenden Elemente bieten nicht viel besonderes dar und werden im speciellen Theile an den betreffenden Orten näher besprochen werden.

In chemischer Beziehung ist das Bindegewebe wohl bekannt; die

Fig. 28. Lockeres Bindegewebe mit Fettzellen vom Menschen, 350 mal vergr.

eigentliche Bindesubstanz gibt beim Kochen mit Wasser gewöhnlichen Leim, und enthält ausserdem noch Flüssigkeit in sich, deren Natur ihrer meist geringen Menge wegen noch nicht untersucht werden konnte. Nur wo dieselbe in grösserer Ansammlung sich findet, wie im gallertigem Bindegewebe von Embryonen, lässt sich in derselben die Anwesenheit von viel Eiweiss und Schleim mit Leichtigkeit nachweisen. Die chemischen Verhältnisse der andern Bestandtheile des Bindegewebes werden an ihrem Orte betrachtet werden.

Das Bindegewebe dient dem Organismus je nach seiner Beschaffenheit bald als feste unnachgiebige Substanz, bald als ein weicherer Träger von Gefässen, Nerven, Drüsen, bald endlich als nachgiebiges, die Zwischenräume ausfüllendes und Lageveränderungen vermittelndes Gewebe. Wo elastische Elemente in grösserer Menge in ihm sich finden, ändert sich seine Bedeutung und ebenso gibt ihm auch ein grösserer Gehalt an Fett- oder Knorpelzellen eine sonst nicht vorkommende Weichheit oder Resistenz. Das Bindegewebe entwickelt sich ohne Ausnahme aus Zellen und zwar das faserige aus spindel- oder sternförmigen Bläschen, die zu langen Fasern oder Netzen sich vereinen und zugleich oft schon vor der Verschmelzung in Fäserchen zerfallen. Die Art und Weise, wie dieses letztere geschieht, ist noch nicht ganz ausgemacht, doch ist es am wahrscheinlichsten, dass die Zellen zugleich bei ihrer Verlängerung mit Membran und Inhalt in eine homogene, halbweiche Masse übergehen, welche dann nachträglich in ein Bündel feiner Fibrillen und etwas Bindesubstanz derselben zerfällt. Das homogene Bindegewebe ist in seiner Entwicklung noch wenig verfolgt, scheint jedoch nach Allem wie das andere aus einer Verschmelzung runder oder länglicher, vielleicht durch eine Zwischensubstanz vereinigter Zellen hervorzugehen, in denen die Metamorphose es nur bis zur Bildung einer gleichartigen

Fig. 29.

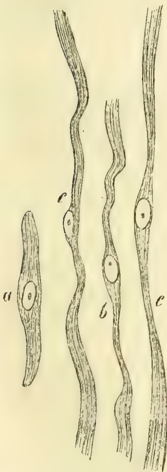


Fig. 30.



Fig. 29. Bildungszellen des Bindegewebes aus der Haut des Rumpfes eines 7‴ langen Schafembryo, 350 mal vergr. *a.* Zelle ohne Andeutung der Fibrillen, *b.* mit hervortretenden, *c.* mit deutlichen Fibrillen.

Fig. 30. Drei Bildungszellen des netzförmigen Bindegewebes aus der *Allantois* eines 7‴ langen Schafembryo, 350 mal vergr.

Masse, dagegen nicht zum Zerfallen derselben in Fäserchen bringt. Sind die Bindegewebsbündel angelegt, so wachsen sie ähnlich den elastischen Fasern in die Länge und Dicke weiter, bis sie die Grössenverhältnisse erreicht haben, die sie beim Erwachsenen besitzen; zugleich entstehen auch an manchen Orten nachträglich noch neue Elemente, die mit den schon vorhandenen sich verbinden. Das fertige Bindegewebe ist, wo es rein vorkommt, fast gefässlos und steht mit Bezug auf den Stoffwechsel jedenfalls auf einer sehr niedern Stufe, daher auch fast keine Erkrankungen desselben sich finden. Das gefässhaltige Bindegewebe macht hiervon eine Ausnahme, doch beruhen hier die Veränderungen nicht auf den eigenthümlichen Verhältnissen des Bindegewebes selbst, sondern werden von den von demselben getragenen Gefässen, Fettzellen u. s. w. bedingt. Die Bindegewebsbündel und die elastischen Fasern sind die auf tiefster Stufe stehenden der höheren Elementartheile, und ergänzen sich daher auch mit grösster Leichtigkeit zum Ersatz von Substanzverlusten oder zur Vermehrung der schon bestehenden Theile.

Die Vereinigung der verschiedenen Elemente des Bindegewebes geschieht in mannigfacher Weise und werden am besten folgende Formen unterschieden:

1) Festes Bindegewebe (geformtes Bindegewebe, *Henle)*. In demselben sind die Elemente innig verbunden und so, dass einfachere Organe von ganz bestimmter Form daraus hervorgehen. Hierher gehören:

a) Die Sehnen und Bänder, mit parallelen, durch lockeres Bindegewebe zu grösseren Strängen vereinten Bindegewebsbündeln, zwischen denen eine verhältnissmässig nur geringe Zahl feiner elastischer Fasern und Fasernetze hindurchziehen.

b) Die Faserknorpel. Vom Bau der Sehnen und Bänder, jedoch mit zahlreichen eingestreuten Knorpelzellen und ohne feinere elastische Fasern. Finden sich theils als besondere Organe, wie die *Cartilagines interarticulares* und die *Labra glenoidea*, theils an einzelnen Orten in andern bindegewebigen Theilen, vor allem in Sehnen, Sehnenscheiden und Bändern.

c) Die fibrösen Häute. Unterscheiden sich von *a* nur durch die häufige Durchflechtung der Bindegewebsbündel und die meist bedeutendere Zahl von elastischen Fasern. Hierher zählen:

1) Die Muskelfascien, die mehr den Bau der Sehnen haben.

2) Die Beinhäute und Knorpelhäute mit stellenweise sehr vielen elastischen Elementen.

3) Die weissen derben Hüllen vieler weichen Organe, wie die *Dura mater*, das Neurilem, die *Sclerotica* und *Cornea*, die Faserhaut der Milz und Nieren, die *Albuginea* der Eierstöcke, Hoden, des *Penis* und der *Clitoris*. In den letztgenannten Theilen und in der Milz setzen sich diese Hüllen, die ein festes Bindegewebe und zahlreiche feine elastische Fasern enthalten,

in das Innere fort und bilden hier zum Theil mit glatten Muskeln gemengt ein mehr oder minder reichliches Gerüste, das bald in Form von Scheidewänden oder eines *Stroma*, oder eines Balkennetzes erscheint. In der *Cornea* findet sich insofern eine Modification, als das Bindegewebe durchsichtig ist, feine elastische Fasern auf mehr embryonaler Stufe enthält und beim Kochen in Wasser *Chondrin* und keinen Leim gibt.

d) Die serösen Häute. Bestehen aus einem an feinen elastischen Fasern reichen Bindegewebe, das verschiedentlich sich durchflechtende oder wirklich netzförmige, anastomosirende Bündel hat, auch wohl, namentlich an der Oberfläche dieser Häute z. Th. mehr homogen erscheint. Die serösen Häute, die nie Drüsen und im Ganzen wenig Gefässe und Nerven besitzen, erscheinen als Auskleidung von Höhlen, die Eingeweide enthalten, und sind an ihrer innern Oberfläche durch einen Epithelialbeleg glatt und glänzend. Dieselben bilden nicht nothwendig geschlossene Säcke, wie man früher geglaubt hat, sondern es kann stellenweise die seröse Haut Oeffnungen haben (Abdominalöffnung der Tuben), oder gänzlich fehlen, wie auf den Knorpeln der Gelenkenden, oder wenigstens die bindegewebige Grundlage derselben mangeln, so dass dann das Epithelium auf einem andern Theile aufliegt, wie z. B. bei dem sogenannten äussern Blatte der *Arachnoidea cerebri*. Zu diesen Häuten gehören 1) die ächten serösen Häute, wie die *Arachnoidea*, die *Pleura*, das *Pericardium*, *Peritonaeum* und die *Tunica vaginalis propria*, die alle normal nur ein Minimum einer serumähnlichen Feuchtigkeit secerniren, und 2) die Synovialhäute oder Gelenkkapseln, *Bursae mucosae* und Sehnenscheiden, die eine zähe gelbliche Masse, die *Synovia*, bereiten, in der Eiweiss und Schleim enthalten sind.

e) Die Lederhaut. Besteht aus einem dichten Filz von Bindegewebsbündeln, der an der Oberfläche und in den Papillen einem undeutlich fibrillären, zum Theil selbst mehr homogenen Gewebe Platz macht, und eine grosse Zahl feinere und stärkere elastische Netze, sowie sehr zahlreiche Gefässe und Nerven zwischen sich enthält. Die Lederhaut trägt an ihrer äussern Fläche die Gefühlswärzchen und wird hier von der Epidermis bedeckt, mit der sie zusammen die äussere Haut bildet, und ist durch ein weiches, meist sehr fettreiches Gewebe, das Unterhautbindegewebe oder die Fetthaut, *Panniculus adiposus*, von den tieferen Theilen geschieden.

f) Die Schleimhäute, *Tunicae mucosae*. Bestehen im Wesentlichen aus einer gefässreichen und nervenhaltenden, bindegewebigen Grundlage, der eigentlichen Schleimhaut, einer dieselbe deckenden Epithelialschicht und einem submucösen Bindegewebe, das am Darm *Tunica nervea* heisst. Die erste ist von ähnlichem Bau, wie die Lederhaut, nur weicher und nicht selten arm an elastischem Gewebe. Von den serösen Häuten unterscheiden

sich die Schleimhäute im allgemeinen durch grösseren Gefässreichthum, bedeutendere Dicke, Drüsenreichthum und das schleimige Secret, das vorzüglich auf Rechnung ihres weichen Epithelialbeleges zu setzen ist, doch gibt es auch Schleimhäute, die ebenso dünn und drüsenlos sind, wie seröse Häute und anderseits nähern sich die Synovialkapseln den Schleimhäuten durch den Blutreichthum und die Art des Secretes. Die Schleimhäute und die äussere Haut sind einander in allen Haupttheilen analog, daher auch die zwischen denselben sich findenden Uebergänge, wie an den Lippen, Augenlidern und anderwärts nicht auffallend sind. Zu den Schleimhäuten gehört die innerste Haut des *Tractus intestinalis*, die Auskleidung der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen, der *Tuba Eustachii*, Paukenhöhle und Zitzenzellen, dann die *Conjunctiva*. Von den Drüsen enthalten alle grösseren in den Ausführungsgängen eine deutliche Schleimhaut, so die Lungen von der Stimmritze bis in die feinsten Bronchien, die Leber in den grösseren Gallenwegen und in der Gallenblase, das *Pancreas* im *Ductus pancreaticus*, die Harn- und Geschlechtsorgane in der *Urethra*, Blase, den Ureteren, dem Nierenbecken, in der *Vagina*, dem Uterus, den Eileitern und in den Milchgängen und Milchsäckchen, in den Samenblasen und dem *Vas deferens*. Bei allen diesen Drüsen gehen die Schleimhautauskleidungen schliesslich unmittelbar in die Wände der Drüsenschläuche und Drüsenbläschen über, so dass diese, wenn man will, als von einer verfeinerten Schleimhaut gebildet angesehen werden können. Dasselbe könnte bei den kleineren Drüsen, wie denen des Darmes geschehen, die direct mit grösseren Schleimhautausbreitungen zusammenhängen, nur müsste man dann auch die kleineren Drüsen der Haut als von verdünnten Fortsetzungen derselben gebildet ansehen. Da auch die Entwicklungsgeschichte und die Physiologie diese Auffassung unterstützen, so erscheint dieselbe auf jeden Fall gerechtfertigt, doch bleibt es jedem unbenommen, mehr die Differenzen festzuhalten, die zwischen den genannten Theilen jedenfalls existiren, und dieselben als besondere Gebilde zu betrachten.

g) Die Häute der Venen, Lymphgefässe, die *Adventitia* der Arterien, das *Endocardium*. Bestehen aus einem straffen, dem der fibrösen Häute nicht unähnlichen Bindegewebe und feineren oder gröberen elastischen Fasernetzen, denen bei den Venen zum Theil auch glatte Muskeln beigemengt sind.

h) Die sogenannten Gefässhäute, *Tunicae vasculosae*, zu denen die *Pia mater* mit den *Plexus chorioidei*, die *Chorioidea* und *Iris* gehören. Enthalten alle sehr zahlreiche Gefässe, die jedoch weniger für sie selbst, als zur Ernährung anderer Organe bestimmt sind. Als Träger derselben dient entweder ein gewöhnliches, der elastischen Fasern ermangelndes Bindegewebe (*Iris*, *Pia mater*) mit parallelen, verfilzten und anastomosirenden Bündeln, oder ein

homogenes Bindegewebe *(Plexus chorioidei, Chorioidea)*, dem, wie in der *Chorioidea*, noch eigenthümliche Elemente, nämlich anastomosirende, meist mit mehr oder weniger Pigment gefüllte Zellen beigegeben sein können.

i) Die homogenen Bindegewebshäute. In manchen Organen finden sich Häute, deren chemische Natur mit dem Bindegewebe übereinstimmt, die jedoch keine deutlichen Bindegewebsbündel und Fibrillen besitzen, sondern mehr homogen erscheinen. Ich rechne hierher das homogene Gewebe, das oft die Bündel der *Arachnoidea* einzeln oder mehrere zusammen umhüllt, die Hüllen der *Malpighi*'schen Körperchen der Milz und der drüsigen Follikel des Darmes (Tonsillen, Zungenbälge, solitäre und *Peyer*'sche Drüsen). Auch von den sogenannten *Membranae propriae* der Drüsen scheinen einige hierher zu zählen, doch lässt sich, da gewisse derselben nicht hierher gehören und aus einer ganz andern Substanz bestehen als das Bindegewebe, wie z. B. die der Nieren, und eine durchgreifende Untersuchung dieser Gebilde fehlt, hierüber noch nichts bestimmtes aussagen.

2) Lockeres oder areoläres Bindegewebe (formloses Bindegewebe, *Henle)*. Besteht aus einem weichen Maschenwerk netzförmig anastomosirender oder verschiedentlich durchflochtener Bindegewebsbündel, die in grösserer und geringerer Menge als Ausfüllungs- und Verbindungsmasse zwischen den Organen und ihren einzelnen Theilen sich finden und in zwei Formen erscheinen.

1) Als Fettgewebe, wenn in den Maschen eines an elastischen Fasern gewöhnlich ganz armen Bindegewebes zahlreiche Fettzellen enthalten sind;

2) als gewöhnliches lockeres Bindegewebe, wenn die letztern spärlich sind oder fehlen. Das Fettgewebe findet sich vorzüglich in der Haut als *Panniculus adiposus*, in den grossen Röhrenknochen als gelbes Knochenmark, in der Augenhöhle, um die Nieren, im Gekröse und den Netzen, dann auch um das Rückenmark herum, an Nerven und Gefässen und in Muskeln. Das areoläre Bindegewebe ist am verbreitetsten zwischen den einzelnen Eingeweiden des Halses, der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle, dann überall längs der Gefässe und Nerven und im Innern der Muskeln, Nerven und Drüsen.

Das Bindegewebe findet sich bei allen vier Wirbelthierklassen ungefähr in derselben Weise, wie beim Menschen, ist dagegen bei den Wirbellosen sehr spärlich und wo es vorhanden ist, mehr homogen, oder aus isolirten Zellen und Zwischensubstanz bestehend, selten mehr faserig, wie bei Cephalopoden, im Mantel der Muscheln, im Stiel der Lingulen und Cirrhipeden. Auch Fettzellen kommen bei niedern Thieren nicht in der Menge und Ausdehnung vor, wie bei höhern Geschöpfen. Das feste Bindegewebe wird hier vertreten durch homogene Chitinmassen, durch eine aus Cellulose bestehende Substanz, durch kalkige oder hornige Theile.

Ueber den Bau und die Entwicklung des Bindegewebes sind die Ansichten immer noch getheilt. Während die Meisten dem Bindegewebe einen deutlich faserigen

Bau zuschreiben und dasselbe aus Bündeln und die Bündel aus Fibrillen bestehen lassen, hält *Reichert* dieses Gewebe für mehr homogen und betrachtet die Fibrillen theils als Kunstproduct, theils als Ausdruck einer Faltenbildung, eine Ansicht, zu der auch *Bidder* und *Virchow* sich hinneigen. Ich für mich finde an der *Reichert*'schen Annahme wohl einiges Wahre, insofern als nicht zu leugnen ist, dass es auch ein nicht fibrilläres, mehr homogenes Bindegewebe gibt, das früher wenig berücksichtigt worden war, bin jedoch der Ansicht, dass dieselbe für die grosse Masse der bindegewebigen Organe unrichtig ist. Die Möglichkeit, in dünnen Häuten schon ohne Präparation Fibrillen zu erkennen, die Leichtigkeit, mit der dieselben aus Sehnen und Bändern sich isoliren, endlich der Umstand, dass die Fibrillen auch am Querschnitt der Sehnen und des festeren Bindegewebes überhaupt sich nachweisen lassen, sind für mich hinreichende Gründe, an der alten Annahme fest zu halten.

Die Entwicklung des Bindegewebes anlangend unterscheide ich zwei Typen, welche den zwei Hauptformen des Bindegewebes dem festen und areolären entsprechen. Das erstere entwickelt sich aus Zellencomplexen ohne nachweisbare Zwischensubstanz, dadurch, dass die Zellen länglich werden, in Fibrillen zerfallen und verschmelzen. Am deutlichsten ist dies bei den Sehnen und Bändern, welche, wie Beobachtungen an Batrachierlarven und Säugethierembryonen lehren, zuerst ganz und gar aus rundlichen gewöhnlichen Bildungszellen bestehen, die um dieselbe Zeit, in welcher die quergestreiften Muskelfasern sich bilden (bei Säugern im 2. Monat) spindelförmig werden. Die weitere Entwicklung lehrt, dass, was *Schwann* entgangen war, nur der eine Theil dieser spindelförmigen Zellen und zwar Zellen, die durch ihre Grösse und die blasseren Contouren sich bemerklich machen, zu Bindegewebsbündeln wird, während die andern, die *Schwann* zum Theil richtig zeichnet (Tab. 3 Fig 11 die kleinste Zelle, Fig. 6 aus areolärem Gewebe die Zelle *b* und die unterste Zelle rechts), vorläufig als spindelförmige Elemente verharren und erst später zu den elastischen Fasern verschmelzen. So entsteht schliesslich einzig und allein aus Zellen ohne erhebliche Zwischensubstanz ein compactes Gewebe zweierlei chemisch ganz differenter Fasern. — Das areoläre Bindegewebe weicht von dem eben beschriebenen dadurch ab, dass dasselbe, wenn auch nicht von Anfang an, doch von der Zeit an, wo die Zellen länglich werden, eine reichliche gallertige Zwischensubstanz zwischen denselben entwickelt, die nicht leimgebend ist und auch nie dazu wird, sondern Eiweiss und einen dem Schleimstoff ähnlichen Körper enthält, wie denn auch schon *Schwann* einen dem Pyin ähnlichen Körper in diesem Gewebe fand. Obschon alle Embryologen wissen, dass das areoläre Bindegewebe z. B. unter der Haut, am Halse, in den Mittelfellen, hinter dem Peritonaeum, in der Augenhöhle, in den Knochen anfänglich gallertig ist, so hat doch noch Niemand auf das allgemeine Vorkommen jener von *Schwann* an einem einzigen Orte nachgewiesenen Zwischensubstanz aufmerksam gemacht. Ich lernte dieses Bindegewebe zuerst zwischen *Chorion* und *Amnios* kennen und achtete anfänglich mehr auf die netzförmig anastomosirenden Zellen derselben. Später, als ich dasselbe im Schmelzorgane des embryonalen Zahnsäckchens genauer untersuchte, wurde ich auf die eigenthümliche Zwischensubstanz aufmerksam und zu gleicher Zeit beschrieb *Virchow* dieses Gewebe aus dem Nabelstrang, wo die *Wharton*'sche Sulze daraus besteht. *Virchow* glaubte dasselbe vom Bindegewebe unterscheiden zu müssen und schlug den Namen Schleimgewebe, *Tissu muqueux*, zu seiner Bezeichnung vor. Ich rechnete dasselbe von Anfang an zum Bindegewebe und sehe mich jetzt um so mehr bewogen bei dieser Ansicht zu bleiben, weil ich finde, dass alles und jedes areoläre Bindegewebe der Embryonen ursprünglich in dieser Form auftritt und somit der Umstand, dass das Gewebe im Nabelstrang nie zu voller Entwicklung kömmt, nicht maassgebend sein kann.

Die Art und Weise nun, wie das gallertige Bindegewebe sich entwickelt ist die: Von den in der gallertigen Grundlage enthaltenen Zellen wandelt sich ein Theil in Bindegewebe um, indem dieselben spindelförmig oder sternförmig werden und

sich zerfasernd zu gewöhnlichem oder netzförmig anastomosirendem Bindegewebe sich gestalten, das aber, wie schon *Schwann* meldet, anfänglich noch keinen Leim gibt. So entsteht ein Maschennetz engerer oder lockerer Art, in dessen Räumen die Zwischensubstanz und ein Rest der anfänglichen Bildungszellen enthalten sind. In weiterer Entwicklung gehen aus der Zwischensubstanz, die hierdurch nach und nach an Menge abnimmt, neue Zellen hervor, und zugleich consolidirt sich das anfängliche Netzwerk, indem immer neue Zellen an dasselbe sich anschliessen, von denen auch ein Theil zu elastischen Fasern und Gefässen sich gestaltet. Schliesst das areoläre Gewebe später keine Fettzellen ein, so verschwindet zuletzt die Gallertsubstanz ganz und bleibt nichts als ein lockeres, höchstens etwas weniger Feuchtigkeit und vereinzelte Zellen in seinen Maschen enthaltendes Fasergewebe zurück, wird dasselbe dagegen zu einem Fettgewebe, so bleiben die Zwischenräume bestehen und geht ein grosser Theil der auf Kosten der Gallerte entstandenen Zellen durch Fettentwicklung im Innern später in Fettzellen über. — In der *Wharton*'schen Sulze, zwischen *Chorion* und *Amnios* und zum Theil im Schmelzorgan, bleibt das areoläre Bindegewebe mehr auf seiner fötalen Stufe eines Gallertgewebes stehen, doch gibt dies natürlich keinen Grund an die Hand, dasselbe vom Bindegewebe zu trennen, um so weniger, da in der *Wharton*'schen Sulze älterer Embryonen Bindegewebsfibrillen ganz deutlich sind und im Schmelzorgan der Uebergang eines Theiles des Gallertgewebes in gewöhnliches Bindegewebe nachzuweisen ist.

So viel von den zwei Typen bei der Entwicklung des Bindegewebes. Von den Bindegewebsbündeln ist nun noch anzugeben, wie dieselben chemisch und morphologisch zu dem werden was sie sind. In ersterer Beziehung bemerke ich, dass die Bildungszellen des Bindegewebes anfänglich von andern Bildungszellen der Embryonen sich nicht unterscheiden, beim Kochen in Wasser sich nicht lösen und mithin keinen Leim enthalten. Selbst wenn die Zellen deutlich spindelförmig und schon zu Bündeln und Netzen verschmolzen sind, geben dieselben, wie schon *Schwann* meldet, noch keinen Leim. Mithin geht hier die Umwandlung der Zellen in eine leimgebende Substanz eben so langsam vor sich, wie bei der Grundsubstanz von Knorpeln, die nach *Schwann* anfänglich ebenfalls keinen Leim gibt und spricht es mithin nicht gegen die bindegewebige Natur der *Wharton*'schen Sulze, dass dieselbe beim Kochen keinen Leim gibt, wie *Scherer* gefunden hat. Wie die leimgebende Substanz aus den Zellen entsteht, ob nur der Inhalt oder auch die Zellmembranen sich dabei betheiligen, ist schwer zu sagen; auf jeden Fall kann es nach dem was wir über den Inhalt embryonaler Zellen wissen, kaum eine andere als eine Proteinsubstanz sein, die den Leim liefert und wird es dem zufolge was bei der Ossification der Knorpelzellen vorgeht, sehr wahrscheinlich, dass die Zellmembranen und der Inhalt zusammen in eine leimgebende Substanz sich metamorphosiren.

Die morphologische Umwandlung, welche die Bildungszellen des Bindegewebes beim Uebergang in Faserbündel durchmachen, ist höchst wahrscheinlich die, dass sie, nachdem Membran und Inhalt derselben in eine homogene halbweiche Masse verschmolzen sind, dann secundär in Fibrillen zerfallen, letztere in ähnlicher Weise, wie wir es bei dem Inhalt der animalen Muskelfasern zu Stande kommen sehen. Hierbei gehen die Kerne der Zellen in der Regel zu Grunde oder wandeln sich wenigstens, auch wenn sie bestehen bleiben, wie man dies in areolärem Bindegewebe hie und da sieht, doch nie in sogenannte Kernfasern um.

Wenn beim physiologischen Bindegewebe die Entwicklung aus Zellen auf's Bestimmteste festgehalten werden muss, so ist damit noch nicht gesagt, dass eine chemisch und morphologisch dem Bindegewebe sehr ähnliche Substanz nicht auch in anderer Weise entstehen kann. Wissen wir doch, dass die leimgebende Grundsubstanz der Knorpel, wenn sie sich zerfasert, dem Bindegewebe täuschend ähnlich wird, ferner, dass faserstoffige Exsudate in eine Fasersubstanz sich umwandeln können, die vom genuinen Bindegewebe kaum, vielleicht gar nicht, zu unterscheiden ist. Es gibt aber auch ein *pathologisches ächtes Bindegewebe*, in Narben aller Art und wohl auch anderwärts, *das aus Zellen sich entwickelt*,

und bin ich daher für mich einem Zusammenwerfen aller bindegewebeartigen Gewebe entgegen. Wir müssen bei unseren Eintheilungen nicht nur die Aehnlichkeit oder Gleichheit im Bau und der chemischen Zusammensetzung berücksichtigen, sondern alle Momente und vor allem auch die Genese ins Auge fassen und daher eben so gut den faserigen, leimgebenden Knorpel und den leimgebenden, organisirten Faserstoff von ächtem Bindegewebe unterscheiden, als wir die genuine elastische Faser von den chemisch und morphologisch sehr ähnlichen Fasern der Netzknorpel und gewisser Formen von metamorphosirten Faserstoff trennen. — Dagegen kann das nicht aus Zellen hervorgegangene Bindegewebe mit Fug und Recht mit dem Knorpel in eine Linie gestellt werden.

Literatur. *C. B. Reichert*, Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845; *Luschka*, die Structur der serösen Häute. Ausserdem vergleiche man die in den §§ citirten Abhandlungen von *Virchow*, *Donders*, *Remak* und mir.

§. 25.

Knochengewebe. In morphologischer Beziehung besteht das Knochengewebe wesentlich aus einer Grundsubstanz und vielen in dieselbe eingestreuten mikroskopischen, 0,006—0,014''' langen, 0,003—0,006''' breiten und 0,002—0,004''' dicken Höhlungen, den Kochenhöhlen, *Lacunae ossium* (Knochenkörperchen der Autoren). Erstere, von weisser Farbe, ist bald mehr homogen, bald feinkörnig, sehr häufig lamellös und durch innige Verbindung mit Kalksalzen hart und spröde; die Knochenhöhlen sind meist linsenförmig von Gestalt und stehen durch sehr zahlreiche feine Ausläufer, die Knochencanälchen (*Canaliculi ossium*) miteinander in Verbindung und münden auch zum Theil durch dieselben an der äussern Oberfläche der Knochen und in die grössern und kleinern Mark- und Gefässräume im Innern aus. Knochenhöhlen und Knochencanälchen enthalten einen hellen Inhalt, welcher als Ernährungsfluidum der Knochen bezeichnet werden kann und ausserdem scheint in den Knochenhöhlen in vielen Fällen, vielleicht constant, ein Zellenkern eingeschlossen zu sein. Ausser diesen zwei wichtigsten Elementen, welche in keinem Knochen fehlen, kommen in den meisten Knochen auch noch zahlreiche Gefässe und Nerven, sowie häufig eine besondere, dieselben tragende Substanz, das Knochenmark, vor, welches entweder aus gewöhnlichem Fettgewebe, oder aus einem lockern spärlichen Bindegewebe mit wenig Fettzellen und vielen beson–

Fig. 31.

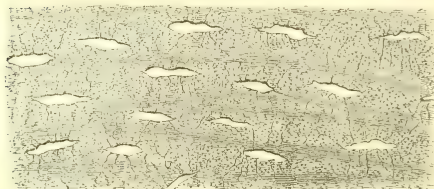


Fig. 31. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffes von einem Scheitelbein, 350 mal vergr. *a*. Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande mit Flüssigkeit gefüllt, *b*. granulirte Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

dern sogenannten Markzellen zusammengesetzt ist. Diese Weichtheile erfüllen die grössern Höhlungen im Innern der Knochen und in der schwammigen Substanz, finden sich aber auch, zum Theil wenigstens, in engern, die compacte Substanz durchziehenden Canälen, den Gefäss- oder Haversischen Canälen, die an der äussern und innern Oberfläche der Knochen vielfach ausmünden.

Die Knochengrundsubstanz besteht aus einem innigen Gemenge einer organischen Substanz, welche mit der Substanz des Bindegewebes vollkommen übereinstimmt und anorganischen Verbindungen, unter denen der phosphorsaure und der kohlensaure Kalk eine Hauptrolle spielen. Die in den Höhlungen und Canälchen enthaltene Flüssigkeit ist nicht genauer bekannt, enthält jedoch wahrscheinlich vorzüglich Eiweiss, Fett und Salze, wie die Blutflüssigkeit. Die Knochen dienen dem Körper durch ihre Festigkeit und Härte als Stützpunkt der Weichtheile und zur sichern Umschliessung derselben, ausserdem auch noch in besonderer Weise, wie z. B. die Gehörknöchelchen und die Labyrinththeile, welche die Schallwellen leiten. Die Entwicklung der Knochen geschieht in zweierlei Weise, einmal durch Metamorphose wahren Knorpels und zweitens durch Umwandlung eines weichen, aus indifferenten Zellen und einer faserigen, dem Bindegewebe ähnlichen Substanz bestehenden Blastemes. In beiden Fällen sind es die Zellen, hier die Knorpelzellen, dort Zellen ohne ausgeprägten Charakter, welche durch Verdickung ihrer Wände unter gleichzeitiger Bildung von Porencanälchen, die nachträglich noch in die Grundsubstanz hineinwuchern und unter einander sich verbinden, die Knochenhöhlen und ihre Canälchen darstellen, während die Grundsubstanz des Knorpels und die erwähnte Fasersubstanz durch Aufnahme von Kalksalzen, die übrigens auch in die verdickten Zellenwände sich ablagern, zur Grundmasse der Knochen erhärten. Der Stoffwechsel der Knochen ist sehr energisch und wird einmal durch die Gefässe der sie überziehenden Beinhaut, und wenn solche da sind, auch durch diejenigen im Mark und in den Gefässcanälchen vermittelt. Die Knochen haben eine grosse Regenerationsfähigkeit und heilen leicht zusammen, ja es ersetzen sich grössere Substanzverluste, selbst ganze Knochen, wenn die Beinhaut derselben geschont wird; auch accidentelle Knochenbildung ist sehr gewöhnlich.

Fig. 32.



Das Knochengewebe findet sich einmal in den Knochen des Skelettes, zu denen auch die Gehörknöchelchen und das Zungenbein gehören, zweitens in den Knochen des Muskelsystems, wie den Sesambeinen und den Ossificationen von Sehnen, drittens in der Knochenkruste *(Substantia*

Fig. 32. Sechs in der Entwicklung begriffene, noch von der Grundsubstanz scharf abgegrenzte Knochenzellen aus einem rachitischen Knochen. *a.* Einfache Knochenzellen, *b.* zusammengesetzte, einer Mutterzelle mit zwei Tochterzellen entsprechend, *c.* eben solche aus drei Zellen entsanden, 300 mal vergr.

osteoidea) oder dem Cement der Zähne. Manche Knorpel ossificiren ziemlich regelmässig im Alter, wie die Rippen- und Kehlkopfsknorpel.

Als Modification des Knochengewebes lässt sich das Zahnbein oder Elfenbein betrachten, in welchem statt vereinzelter Knochenhöhlen lange Canälchen, die Zahncanälchen, sich finden und ausserdem auch in chemischer Beziehung einige Abweichungen sich ergeben. Die Entwicklungsgeschichte des Elfenbeins führt dahin, dasselbe für eine Knochensubstanz zu halten, deren Zellen bei ihrer Ossification und Verdickung zu Röhren sich verbinden und keine oder nur wenig Grundsubstanz zwischen sich haben, eine Ansicht, in der man durch die zahlreichen, bei Thieren zu beobachtenden Uebergänge zwischen dem typischen Elfenbein und dem Knochengewebe nur bestärkt wird.

Bei den Wirbelthieren sind Knochen weiter verbreitet als beim Menschen und finden sich solche in der Haut (Gürtelthiere, Schildkröten, Eidechsen, Fische), im Herzen (der Herzknochen der Wiederkäuer und Pachydermen), im Muskelsystem (Zwerchfellknochen des Kameles, Lama und Igels, ossificirte Sehnen der Vögel), im Auge Scleroticalring der Vögel, Chelonier und Saurier, Knochenschuppen der Sclerotica vieler Fische), in der äussern Nase (Rüsselknochen der Schweine und Maulwürfe, *Os praenasale* der Faulthiere), in der Zunge *(Os entoglossum* der Fische und Vögel), in den Respirationsorganen (Kehlkopf-, Tracheal- und Bronchialknochen vieler Vögel), in den Geschlechtsorganen (Penisknochen der Säuger), im Knochensystem *(ossa sterno-costalia* der Vögel und einiger Säugethiere). — Bei Wirbellosen findet sich nirgends ächter Knochen und dienen hier als Surrogate die sogenannten Kalkskelette, die vorwiegend aus kohlensaurem Kalk bestehen und als Incrustationen von homogenen Geweben und Zellenparenchymen, als festwerdende Ausscheidungen von Kalk oder als Ablagerungen von Kalkconcretionen in verschiedene Geweben auftreten. — Die Verbreitung der Zähne ist auf die 3 bekannten Wirbelthierklassen beschränkt. Bei den Plagiostomen kommen den Zähnen im Bau ganz gleiche Gebilde auch als Stacheln in der Haut vor.

Literatur. *Deutsch*, *de penitiori ossium Structura Observationes. Diss. Vrat.* 1834; *Miescher*, *de inflammatione ossium eorumqne anatome generali. Accedunt observat. auct. J. Müller. Berol.* 1836; *Schwann*, Artikel Knochengewebe in *Berl. encyclop. Wörterb. der med. Wiss. Bd.* 20. *St.* 102; *Tomes*, Artikel *Osseous tissue* in *Cyclop. of Anat. III.*

§. 26.

Gewebe der glatten Muskeln. Die glatten Muskeln bestehen wesentlich aus mikroskopischen, meist spindelförmigen, seltener kurzen und mehr breiten Fasern, den von mir sogenannten contractilen oder muskulösen Faserzellen. Jedes dieser Elemente, im Mittel von 0,02—0,04‴ Länge, 0,002—0,003‴ Breite, hat die Bedeutung einer verlängerten Zelle, lässt jedoch keine Differenz zwischen Inhalt und Hülle erkennen, sondern besteht aus einer scheinbar gleichartigen, manchmal fein granulirten oder schwach streifigen weichen Substanz, in der ohne Ausnahme in der Mitte der Faser ein meist stäbchenförmiger langer Zellenkern sich befindet. Diese Faserzellen vereinen sich unter Mitwirkung eines nicht direct zu beobachtenden Bindemittels zu platten oder

Fig. 33. 

Fig. 34. 

rundlichen Strängen, den Bündeln der glatten Muskeln, welche dann durch zarte Hüllen von Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, eine Art Perimysium, zu grössern Massen sich verbinden, in denen zahlreiche Gefässe und eine verhältnissmässig geringe Zahl von Nerven sich ausbreiten. In chemischer Beziehung bestehen die Hauptelemente der glatten Muskeln aus einer stickstoffhaltigen, dem Faserstoff verwandten Substanz, dem sogenannten Muskelfibrin oder Syntonin *(Lehmann)*, welche nach den bisherigen Erfahrungen von dem Blutfaserstoff nur dadurch sich unterscheidet, dass sie in Salpeterwasser und kohlensaurem Kali nicht, wohl aber in verdünnter Salzsäure und zwar sehr leicht sich auflöst. Die physiologische Bedeutung der glatten Muskeln liegt in ihrem Zusammenziehungsvermögen, durch welches dieselben namentlich die Functionen der Eingeweide, sehr wesentlich unterstützen. Die Entwicklung ihrer Elemente geschieht einfach durch Verlängerung runder Zellen und Vereinigung von Membran und Inhalt derselben zu einer gleichartigen weichen Masse. Der Stoffwechsel darf in den glatten Muskeln als lebhaft angenommen werden, wie vor allem die neuern Untersuchungen über die die glatten Muskeln durchziehende Flüssigkeit lehren, die nach *Lehmann* grösstentheils deutlich sauer reagirt und neben Milchsäure, Essigsäure und Buttersäure auch Kreatin und Inosit enthält, ausserdem aber auch das häufige Vorkommen physiologischer (im Uterus) und pathologischer Hypertrophien und Atrophien derselben beweist. Ob glatte Muskeln sich regeneriren oder Substanzverluste durch ein ähnliches Gewebe ersetzen, ist unbekannt, dagegen scheinen Neubildungen desselben in Geschwülsten des Uterus vorzukommen.

Das glatte Muskelgewebe bildet im menschlichen Körper nirgends grössere isolirte Muskeln, wie dies z. B. bei den Mastdarmruthenmuskeln der Säugethiere der Fall ist, sondern findet sich entweder zerstreut im Bindegewebe oder in Form von Muskelhäuten. In beiden Fällen erscheint dasselbe mit seinen Bündeln entweder parallel nebeneinander gelagert oder zu Netzen vereint. Seine Verbreitung ist folgende:

1) Im Darmkanal bildet das glatte Muskelgewebe einmal die *Musculosa* von der untern Hälfte der Speiseröhre an, wo glatte Bündel noch mit quergestreiften Fasern vermischt sind, bis zum *Sphincter ani internus*, zweitens die Muskellage der Schleimhaut, von der Spei-

Fig. 33. Muskulöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen.

Fig. 34. Muskulöse Faserzelle aus der fibrösen Hülle der Milz des Hundes. 350 mal vergr.

seröhre an bis zum *Anus*, und drittens einzelne Muskelbündel in den Zotten.

2) In den Respirationsorganen erscheint eine glatte Muskellage in der Trachea an der hintern Wand und begleitet als vollständige Ringfaserhaut die Bronchien bis zu den feinsten Aestchen.

3) Bei den Speicheldrüsen findet sich dieses Gewebe einzig und allein im *Ductus Whartonianus* und auch hier nur spärlich und in unvollkommener Lage.

4) Die Leber hat eine vollständige Muskellage in der Gallenblase und spärliche glatte Muskeln auch im *Ductus choledochus*.

5) Die Milz besitzt bei vielen Thieren in der Hülle und in den Trabekeln, gemischt mit Bindegewebe und elastischen Fasern, die hier besprochene Muskelart.

6) In den Harnwerkzeugen treten die glatten Muskeln in den Nierenkelchen und im Nierenbecken auf, bilden in den Ureteren und der Harnblase eine vollständige Muskelschicht, finden sich dagegen nur noch spärlich in der Urethra.

7) Die weiblichen Geschlechtsorgane haben glatte Muskeln in den Eileitern, dem Uterus, wo ihre Elemente bei der Schwangerschaft ungemein sich entwickeln und bis $1/4'''$ Länge erreichen, der Scheide, den cavernösen Körpern der äussern Genitalien und in den breiten Mutterbändern an verschiedenen Orten.

8) In den männlichen Sexualorganen finden sich dieselben in der *Tunica dartos*, zwischen der *Vaginalis communis* und *propria*, im *Vas deferens*, den Samenbläschen, der *Prostata*, um die *Cowper*'schen Drüsen herum und in den *Corpora cavernosa* des Penis.

9) Im Gefässsystem finden sich glatte Muskeln in der *Tunica media* aller, vor allem der kleinern Arterien, dann der meisten Venen und der Lymphgefässe mit Ausnahme der feinsten, ferner in den Lymphdrüsen (*Heyfelder*), endlich in der *Adventitia* mancher Venen. Die Elemente sind bei Gefässen von mittlerem Kaliber überall spindelförmige Faserzellen, bei den grössern Arterien dagegen kürzere Plättchen, die oft gewissen Formen des Pflasterepithels ähnlich werden, und an den kleinsten Arterien mehr länglichrunde, selbst rundliche Zellen, welche beide Formen als mehr unentwickelte zu betrachten sind.

10) Im Auge bilden glatte Muskeln den Sphincter und *Dilatator pupillae* und den *Tensor chorioideae*.

11) In der Haut endlich zeigt sich dieses Gewebe ausser in der *T. dartos*, in Form kleiner Muskelchen an den Haarbälgen, dann im Warzenhof und in der Brustwarze und an vielen Schweiss- und den Ohrenschmalzdrüsen.

Man hielt die Elemente der glatten Muskeln früher allgemein für lange, viele Kerne haltende Bänder und liess sie, wie die quergestreiften Fasern, durch Verschmelzung vieler an einander gereihten Zellen entstehen. Im Jahr 1847 zeigte ich, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die Elemente dieser Muskeln nur einfache, modificirte Zellen sind und wies zugleich nach, dass diese contractilen Faserzellen

überall vorkommen, wo man bisher contractiles Bindegewebe angenommen hatte und auch sonst noch an manchen Orten sich finden, wo man sie nicht vermuthete. Diese meine Angaben sind, trotz anfänglicher Widersprüche von gewissen Seiten, jetzt allgemein bestätigt, wozu *Reichert* durch Auffindung eines Reagens, das auch dem minder Geübten die contractilen Faserzellen leicht zu isoliren erlaubt, der Salpeter- und der Salzsäure von 20% (*Müller's Archiv* 1849 und *Paulsen, observ. microchem.* 1849) und *Lehmann* durch seine chemischen Untersuchungen dieses Gewebes (*Physiol. Chemie. III.* 1) das ihrige beigetragen haben. — Contractile Faserzellen kommen bei allen vier Wirbelthierclassen vor, scheinen dagegen den Wirbellosen ganz zu fehlen, indem die dafür gehaltenen glatten Muskelfasern dieser Geschöpfe genetisch den quergestreiften der höhern Thiere sich anreihen. — Ihr Vorkommen bei den Wirbelthieren ist zum Theil eigenthümlich und will ich hier noch folgende Orte namhaft machen, wo sie sich finden: In der Haut der Vögel als Muskelchen der Contourfedern hier mit Sehnen aus elastischem Gewebe, in derjenigen des Orang an den Haarbälgen, wie beim Menschen, in der Iris der Amphibien, in der *Campanula Halleri* der Knochenfische (*Leydig*), in der Schwimmblase der Fische, in den Lungen des Frosches (bei *Triton* fehlen sie hier), im Gekröse der Plagiostomen, von Psammosaurus und Leposternon (*Leydig* u. *Brücke*), in den Mastdarmruthenmuskeln der Säuger. Im Muskelmagen der Vögel sind diese Muskeln lebhaft roth und mit einer Sehnenhaut in Verbindung.

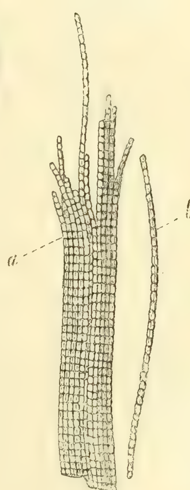
Literatur. *Kölliker*, Ueber den Bau und die Verbreitung der glatten Muskeln, in *Mittheil. der naturf. Gesellschaft in Zürich* 1847, *St.* 18 und *Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie, Bd. I.* 1849; *C. R. Walther, Nonnulla de musculis laevibus. Diss. Lips.* 1851.

§. 27.

Fig. 35.



Fig. 36.



Gewebe der quergestreiften Muskeln. Die Elemente dieses Gewebes bestehen wesentlich aus den sog. Muskelfasern oder Muskelprimitivbündeln, von denen jede ein von einer besonderen, homogenen, zarten, elastischen Hülle, dem Sarcolemma, umschlossenes, 0,004 bis 0,03''' dickes Bündel feiner Fibrillen darstellt. Diese letztern sind meist regelmässig knotig, so dass sie wie aus vielen hintereinander liegenden Stückchen zu bestehen scheinen und ein

Fig. 35. Zwei Muskelfasern des Menschen, 350 mal vergr. In der einen ist das Fibrillenbündel *b* gerissen und das Sarcolemma *a* als leere Röhre zu sehen.

Fig. 36. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl (*Siredon pisciformis*). *a*. Ein kleines Bündel von solchen. *b*. Eine isolirte Fibrille, 600 mal vergr.

quergestreiftes Ansehen der Muskelfasern bedingen, oder dieselben erscheinen mehr glatt und dann sind auch die Primitivbündel der Länge nach gestreift. Ausser diesen Fibrillen enthalten die Muskelfasern nichts als eine geringe Menge einer dieselben vereinenden klebrigen Substanz und eine gewisse Zahl rundlicher oder verlängerter Zellenkerne, die meist an der Innenfläche des Sarcolemma anliegen. — Die Vereinigung der Muskelfasern zu den Muskeln und Muskelhäuten kommt so zu Stande, dass dieselben entweder parallel neben einander sich lagern oder zu wirklichen Netzen quergestreifter Muskelfasern sich verbinden. Hierbei werden dieselben von zartern oder festern Hüllen von Bindegewebe, dem sog. *Perimysium*, dem immer feinere elastische Fasern und häufig auch Fettzellen beigemengt sind, umschlossen und von zahlreichen Blutgefässen und Nerven umsponnen.

In chemischer Beziehung stimmt die Hauptmasse der quergestreiften Muskelfasern mit dem im vorigen § bezeichneten Syntonin vollkommen überein. Das Sarcolemma ist in Alkalien und Säuren sehr resistent, während die Kerne den gewöhnlichen Charakter dieser Gebilde darbieten. Aus den Muskeln lässt sich eine Flüssigkeit von saurer Reaction auspressen, in welcher *Liebig* und *Scherer* eine interessante Reihe stickstoffloser und stickstoffhaltiger Zersetzungsproducte des Muskelgewebes aufgefunden haben.

Die quergestreiften Muskeln sind in hohem Grade contractionsfähig und vermitteln vorzüglich die animalen Bewegungen. Die Elemente derselben entstehen durch Verschmelzung runder oder sternförmiger Zellen, deren Inhalt zu einer homogenen halbweichen Masse sich umwandelt und dann in Fibrillen zerfällt. — Einmal angelegt wachsen die Muskelfasern durch Verlängerung und Verdickung ihrer Elemente und besitzen im fertigen Zustande einen sehr energischen Stoffwechsel, der namentlich auch durch die mannigfachen berührten Zersetzungsproducte derselben sich kund gibt, sowie durch den Umstand, dass durch Aufhebung der Circulation in ihnen ihre Leistungsfähigkeit in kurzer Zeit erlischt. Muskelwunden heilen nie durch quergestreifte Muskelsubstanz, dagegen findet sich, wenn auch sehr selten, eine accidentelle Bildung dieses Gewebes.

Quergestreiftes Muskelgewebe findet sich in folgenden Theilen:

1) In den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, in den äussern Muskeln des Auges und in allen Ohrmuskeln.

2) In den Muskeln mancher Eingeweide, als da sind: Der Kehlkopf, Pharynx, die Zunge und Speiseröhre (obere Hälfte), das Mastdarmende *(Sphincter externus, Levator ani)*, die Genitalien *(Bulbo-, Ischiocavernosus, Urethralis transversus, Transversi perinei, Cremaster*, Muskelfasern der runden Mutterbänder zum Theil).

3) In gewissen Theilen des Gefässsystems und zwar im Herzen und in den Wänden der in dasselbe einmündenden grossen Venen.

Nicht alle Muskelfasern der Thiere bestehen aus Bündeln quergestreifter Fibrillen, vielmehr zeigt sich bei denselben eine Reihe anderer Formen, die sich am besten in folgende Gruppen bringen lassen:

1) Muskelröhren mit gleichartigem, halbweichem, nicht quergestreiftem Inhalt (die meisten Mollusken, Würmer und Strahlthiere).

2) Muskelröhren mit einer Hülle, einer halbweichen, homogenen, derselben anliegenden Rindenschicht und einer flüssigen oder körnigen, manchmal quergestreiften oder Kerne haltenden Centralmasse. (Muskeln von Petromyzon z. Th., gewisse Muskeln [der Seitenlinie, am Spritzloch] von Plagiostomen und Knochenfischen), Muskeln der Hirudineen, Lumbricinen, von Paludina z. Th., von Carinaria).

3) Ebensolche Muskelröhren mit quergestreifter Rindenlage ohne deutliche Fibrillen. (Manche Muskelfasern der Hirudineen und der sub 2 erwähnten Fischmuskeln).

4) Muskelfasern ohne Höhlung im Innern, mit einem Sarcolemma und einem quergestreiften Inhalt, der nicht in Fibrillen, aber manchmal in Scheiben *(discs Bowman)*, zerfällt. (Salpen, einige Radiaten, viele Gliederthiere).

5) Eben solche Muskelfasern, die leicht in Fibrillen sich auflösen. (Die meisten Wirbelthiere, gewisse Muskeln der Insecten).

6) Isolirte einfache Zellen, deren Inhalt in eine quergestreifte Masse umgewandelt ist, die entweder die ganze Zelle erfüllt oder nur an der Membran derselben eine dünne Schicht bildet. Hierher muss ich meinen Beobachtungen zufolge vorläufig die eigenthümlichen knorpelartigen Streifen zählen, die *Purkyně* (Mikr. neurol. Beobachtungen, in *Müll. Arch.* 1845) im Endocard der Wiederkäuer gefunden hat. Dieselben bestehen aus grossen polygonalen Zellen mit schönem Kern, die im Innern, wie es scheint nur an der Wand, eine quergestreifte Masse enthalten, die von derjenigen in Muskelfasern nicht zu unterscheiden ist.

Alle diese Formen begreifen sich leicht, wenn man die Genese der wirklichen quergestreiften Muskelfasern bei höhern Wirbelthieren kennt (siehe im speciellen Theile bei den Muskeln), und kann ich mit der Vermuthung von *Stannius (Gött. Nachr.* 1851. 17), dass die quergestreiften Muskelfasern nach mehreren wesentlich verschiedenen Typen sich entwickeln, nicht übereinstimmen. Selbst die Kluft, welche die glatten und quergestreiften Muskeln bisher trennte, wird geringer, wenn man weiss, dass die sog. quergestreiften Muskelfasern auch einen homogenen, nicht gestreiften Inhalt haben können, ja dass dieselben auch, jedoch quergestreift, als isolirte Zellen auftreten.

Muskelfasern von der Bedeutung der quergestreiften, zum Theil wirklich quergestreift, sind weit verbreitet. Bei Wirbelthieren finden sich solche Muskeln in der Speiseröhre einiger Säuger und der Plagiostomen, im Darm der *Tinca chrysitis*, im Magen von *Cobitis fossilis*, um die Giftdrüse der Schlangen und im contractilen Gaumenorgan der Karpfen; in der Haut der Säugethiere, Vögel, Schlangen und ungeschwänzten Batrachier (sogenannte Hautmuskeln), an den Spürhaaren der Säuger, in den Lymphherzen vieler Vögel und der Amphibien, in der Atrioventricularklappe des rechten Herzens der Vögel und von Ornithorhynchus, an der untern Hohlvene von Phoca, dicht über dem Diaphragma, im innern Auge der Vögel, um die *Cowper*'schen und Analdrüsen der Säuger. — Bei Wirbellosen gehören, wie schon erwähnt, alle Muskeln in diese Kategorie, mögen sie nun Querstreifen haben oder nicht und finden sich dieselben daher auch am Herzen, dem Darm, den Genitalien und zwar bei vielen deutlich quergestreift.

Das Anastomosiren der Muskelprimitivbündel, das schon *Leeuwenhoek* kannte und welches ich beim Herzen des Frosches wieder aufgefunden, ist nun schon an vielen Orten gesehen worden und scheint dasselbe für die Blut- und Lymphherzen aller Thiere und für die Muskeln der Wirbellosen, namentlich diejenigen der Vegetations- und Generationsorgane constant zu sein *(Hessling, Leydig)*. Einfache baumförmige Verästelungen von Muskelfasern, die *Corti* und ich in der Zunge des Frosches sahen, sind dagegen selten und sonst nur noch gesehen bei *Artemia salina* und in der Kopf- und Fussscheibe von *Piscicola (Leydig)*.

Literatur. *W. Bowman, Article Muscle and muscular motion* in *Todd's Cyclop. of. Anatom.* und *On the minute structure of voluntary muscle*, in *Phil. Trans.* 1840. *II.* 1841. *I.*; *J. Holst, De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie, Dorp.* 1846; *M. Barry*, Neue Unters. über die schraubenförmige Beschaffenheit der Elementarfasern der Muskeln, nebst Beobachtungen über die muskulöse Natur der Flimmerhärchen (*Müll. Arch.* 1850. *St.* 529).

§. 28.

Nervengewebe. Die wesentlichen Elemente des Nervengewebes sind zweierlei, Nervenröhren und Nervenzellen. Die Nervenröhren oder Nervenprimitivfasern sind entweder markhaltige oder marklose. Die erstern bestehen aus drei Theilen, einer structurlosen zarten Hülle, Scheide der Primitivröhren, einer im Centrum gelegenen weichen aber elastischen Faser, der centralen oder Axenfaser (Axencylinder *Purkyně*, Primitivband *Remak*) und einer zwischen beiden befindlichen zähflüssigen weissen Schicht, der Markscheide. In den marklosen Fasern, die beim Menschen nur in gewissen peripherischen Endausbreitungen (*Retina*, Geruchsorgan, *Cornea*, *Pacini*sche Körperchen) sich finden, umschliesst die structurlose Hülle nichts als eine gleichartige oder fein granulirte helle Substanz, welche mit der centralen Faser der andern Röhren übereinzukommen scheint, auf jeden Fall derselben analog gesetzt werden kann, so dass mithin diesen Fasern die Markschicht fehlen würde. — Die Nervenprimitivfasern beider Art, namentlich die erstern finden sich in sehr verschiedenen Dimensionen und können hiernach als feine von 0,0005—0,002''', mitteldicke von 0,002—0,004''' und dicke von 0,004—0,01''' unterschieden werden. Ihr Verlauf ist entweder ein isolirter, so dass eine Faser vom Centrum bis zur Peripherie verläuft, oder es theilen sich dieselben, vorzüglich in ihrer Endausbreitung, in eine grössere oder kleinere Zahl von Aesten oder endlich bilden dieselben wirkliche Anastomosen u. Netze. — Ausserdem stehen viele Nervenfasern mit Nervenzellen in Verbindung, so dass sie entweder von denselben entspringen oder in ihrem Verlauf durch eingeschobene Ganglienzellen unterbrochen werden. Diese Ner-

Fig. 37.

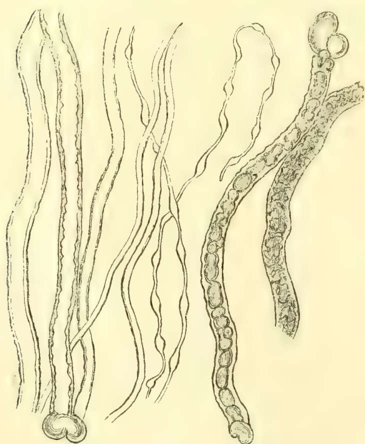
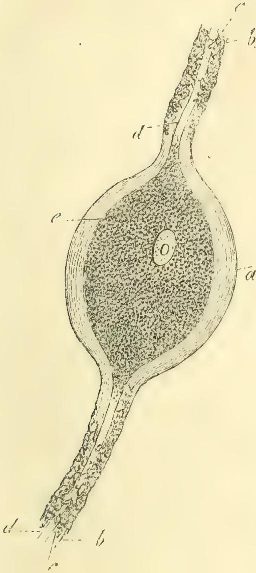


Fig. 37. Nervenrröhen des Menschen, 350 mal vergr., und zwar vier feine, davon zwei varicös, eine mitteldicke, einfach contourirte, und vier dicke, davon zwei doppelt contourirt und zwei mit krümligem Inhalt.

Fig. 38.



venzellen oder wie sie in den Ganglien heissen, Ganglienzellen, Ganglienkugeln, sind mit den gewöhnlichen Attributen der Zellen begabt. Ihre Membran zeigt nichts besonderes, ausser dass sie häufig sehr zart ist, ja selbst, wie in den grossen Centralmassen, nachträglich vielleicht ganz schwindet. Der Inhalt ist fein granulirt, festweich, sehr häufig pigmentirt und umschliesst ohne Ausnahme einen zierlichen bläschenförmigen Kern mit grossem *Nucleolus*. In der Grösse variiren die Nervenzellen von 0,003—0,04‴ und was ihre Formen anlangt, unterscheiden sie sich vorzüglich in runde, spindelförmige und sternförmige. Die beiden letzten Arten entstehen dadurch, dass viele Nervenzellen in zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze auslaufen, welche in den einen Fällen nach kurzem Verlauf in markhaltige Nervenröhren übergehen, in den andern eine grössere Selbständigkeit beurkunden, indem sie im Ansehen marklosen Nerven ganz gleich, oft auf weiteren Strecken verlaufen und

Fig. 39.

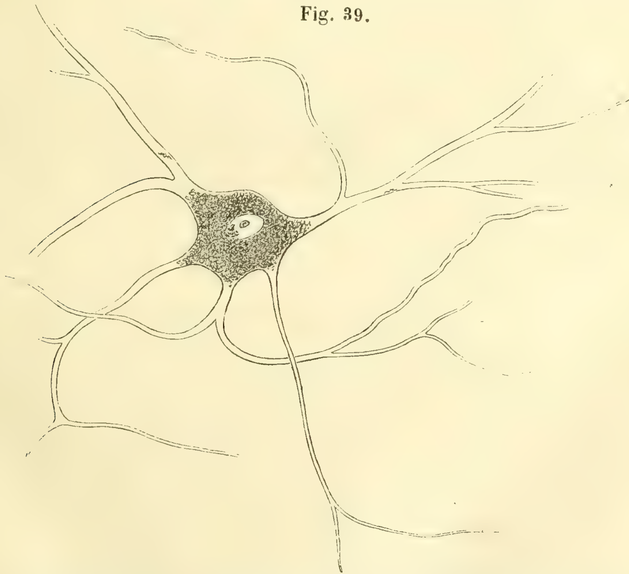


Fig. 38. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte *bipolare*) die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350 mal vergr. *a*. Hülle der Kugel. *b*. Nervenscheide. *c*. Nervenmark. *d*. Axenfasern mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalt *e*. der Ganglienkugel zusammenhängend.

Fig. 39. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, vom Menschen, 350 mal vergrössert.

hierbei mannigfaltig sich verästeln. Wie diese letztern Fortsätze schliesslich enden, ob frei oder im Zusammenhang mit Nervenröhren oder durch Anastomosen mit ähnlichen Fortsätzen, ist noch nicht ausgemacht, doch erscheint es nach allem nicht unwahrscheinlich, dass je nach den Localitäten die drei angegebenen Möglichkeiten sich finden.

Nervenfasern und Nervenzellen vereinen sich zu zwei, in ihren Extremen sehr verschieden gebauten Substanzen, der grauen und weissen Substanz. Die erstere bildet das sog. weisse Mark oder die Markmasse vom Rückenmark und Gehirn und die Nerven, und besteht wesentlich aus bündelweise zusammengefassten oder sich durchflechtenden Nervenröhren und sie durchziehenden Blutgefässen, zu denen bei den peripherischen Nerven noch besondere Hüllen von Bindegewebe, das sog. Neurilem, hinzukommt. Die graue Substanz enthält weit vorwiegend Nervenzellen, ausserdem auch an gewissen Orten eine feinkörnige Grundmasse und freie Kerne, findet sich jedoch selten ganz rein, sondern meist mehr oder weniger mit Nervenröhren gemengt. In bedeutendem Grade ist dieses letztere der Fall in der Mehrzahl der Ganglien, in der grauen Substanz des Rückenmarks und in den sog. Ganglien des grossen Gehirns, wogegen sie in der grauen Rinde des grossen und kleinen Hirnes stellenweise fast ohne Nervenfasern auftritt. Auch diese Substanz führt, und zwar noch viel zahlreichere Gefässe, als die weisse und in den peripherischen Ganglien auch verschiedene Formen von Bindegewebe als Umhüllung ihrer einzelnen Theile.

Die chemische Zusammensetzung der Nervensubstanzen ist noch bei weitem nicht genau genug erforscht. In der weissen Substanz bestehen die centralen Fasern der Nervenröhren aus einer dem Muskelfibrin sehr ähnlichen Proteinverbindung, die Markscheide vorzüglich aus Fetten verschiedener Art und die Hülle, aus einer ähnlichen Substanz wie das Sarcolemma. Die graue Substanz enthält vorwiegend einen eiweissartigen Körper, ausserdem noch eine ziemliche Menge von Fett.

Die physiologische Bedeutung des Nervengewebes liegt darin, dass dasselbe einmal die Bewegungen und Sensationen vermittelt, zweitens auch einen gewissen Einfluss auf die vegetativen Functionen ausübt und drittens den Seelenthätigkeiten als Substrat dient, bei welchen Functionen allen, nach den bis jetzt ermittelten Thatsachen, die graue Substanz die bedeutungsvollere Rolle spielt, die weisse mehr nur als leitendes Bindeglied zwischen ihr und den Organen steht. — Die Nervenzellen entwickeln sich aus gewöhnlichen Bildungszellen von Embryonen, während die Nervenröhren durch Verschmelzung vieler solcher Zellen von rundlicher, spindel- oder sternförmiger Gestalt mit Hüllen und Inhalt hervorgehen, wozu bei den markhaltigen Röhren noch eine eigenthümliche Veränderung des Inhaltes derselben dazukommt, in Folge welcher derselbe in einen centralen festeren Faden und eine weichere Hülle sich scheidet. Der Stoffwechsel im Nervengewebe muss namentlich in der grauen

Substanz sehr lebhaft sein, wie das viele Blut, das derselben zuströmt, deutlich beweist, doch sind die Zersetzungsproducte dieses Gewebes noch gänzlich unbekannt. Die weisse Nervensubstanz regenerirt sich in den peripherischen Nerven ziemlich leicht und wie es scheint auch im Rückenmark. Accidentelle Bildung von Nervenröhren ist in pathologischen Neubildungen beobachtet, ja es scheint selbst, nach einer Erfahrung von *Virchow*, abnorme Bildung von grauer Substanz vorkommen zu können.

Die aus der Nervensubstanz zusammengesetzten Organe sind: Die peripherischen Nervenstränge, Nervenhäute und Nervenröhren, die Ganglien, das Rückenmark und das Gehirn.

Markhaltige Nervenröhren finden sich nur bei den Wirbelthieren und auch hier nicht bei allen Abtheilungen, so z. B. bei Petromyzon nicht (*Stannius*). Immer kommen neben denselben auch marklose Röhren vor und zwar meist an denselben Orten wie beim Menschen, ausserdem auch noch an andern, wie in der Haut der Säuger, im electrischen Organ der Fische, im *Sympathicus* der Plagiostomen (*Leydig*). Wo Nerven bei Wirbellosen sich finden, enthalten dieselben nur blasse, marklose Röhren, deren Bau oft ganz an den der embryonalen Fasern höherer Thiere erinnert, namentlich auch was das Vorkommen grösserer, Kerne enthaltender Anschwellungen in den Endausbreitungen betrifft, welche Reste der ursprünglichen Bildungszellen neuerdings minder passend als Ganglienkugeln aufgefasst worden sind.

Literatur. *G. Valentin*, Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven, in *Nov. Act. Natur. Curios. Vol. XVIII. T. I.*; *R. Remak*, *Observ. anatomicae et microsc. de syst. nerv. struc. Berol.* 1838; *A. Hannover*, *Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague* 1844; *R. Wagner*, Neue Unters. über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847 und Neurol. Untersuchungen, in *Gött. Anz.* 1850; *Bidder* und *Reichert*, Zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847; *Ch. Robin*, in *l'Inst.* 1846. *No.* 687—699 u. 1848. *No.* 733; *Kölliker*, Neurologische Bemerkungen, in *Zeitschr. f. wiss. Zool. I. St.* 135.

§. 29.

Gewebe der ächten Drüsen. Die ächten Drüsen besitzen als wesentlichsten Bestandtheil die secernirenden Elemente, die als Zellencomplexe, geschlossene Drüsenblasen und offene Drüsenbläschen und Drüsenschläuche auftreten und die sogenannten Drüsen- oder Drüsenparenchymzellen als wichtigsten Bestandtheil enthalten. Diese Zellen sind meist polygonal oder cylindrisch und gleichen gewissen Epithelialzellen ganz und gar, sind dagegen sehr häufig durch einen eigenthümlichen Inhalt ausgezeichnet und hierdurch charakteristisch. Die Vereinigung dieser Zellen zu den secernirenden Theilen der Drüsen geschieht entweder direct oder unter Mitwirkung homogener Häute, sog. *Membranae propriae*, und von Bindegewebe. So entstehen die je nach den verschiedenen Drüsen verschiedenen secernirenden Drüsenelemente, welche dann noch von Gefässen und Nerven umsponnen und durch Bindegewebe, dem häufig elastische Fasern, Fettzellen und selbst Muskeln beigemengt

sind, zu den grösseren und kleineren Abtheilungen der Drüsen zusammengefasst werden. Die Hauptformen der secernirenden Drüsenelemente beim Menschen sind folgende:

Fig. 40.

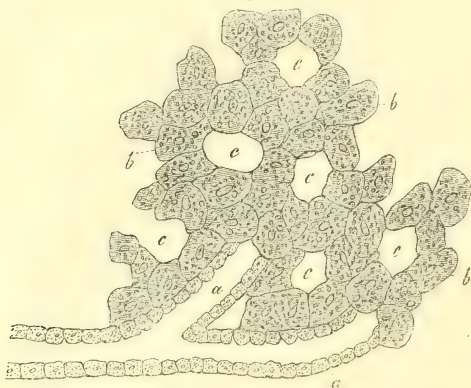
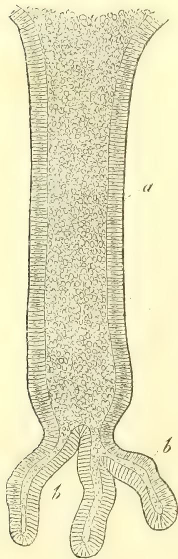


Fig. 41.



Fig. 42.



1) Solide Zellennetze ohne umhüllende Membran. In der Leber (Fig. 40).

2) Geschlossene Blasen mit einer Faserhaut und einem Epithel. *Graaf*'sche Bläschen der Eierstöcke, Schleim secernirende Follikel (sog. *Ovula Nabothi)* im *Cervix uteri*.

3) Rundliche oder längliche Drüsenbläschen mit einer *Membrana propria* und einem Epithel. In den traubenförmigen Drüsen (Fig. 41).

4) Drüsenschläuche mit einer *Membrana propria* oder einer Faserhaut und einem Epithel. Röhrenförmige Drüsen (Fig. 42).

Zu diesen Elementen kommen nun noch, ausser bei den sub 2 genannten Drüsen, die durch zeitweiliges Bersten ihrer Follikel den Inhalt derselben entleeren, und den einfachsten schlauchförmigen Drüsen, besondere Ausführungsgänge, die entweder nach vielfacher Verästelung direct in die Drüsenbläschen und Drüsenschläuche übergehen oder, wie in der Leber, an das secernirende Zellennetz einfach sich anlegen. Diese Gänge gleichen anfangs in ihrem Bau den secernirenden Theilen noch

Fig. 40. Leberzellennetz *b*. und feinste *Ductus interlobulares a*. des Menschen, nach der Natur, die Verbindung beider schematisch, 350 mal vergrössert, *c*. Gefässlücken.

Fig. 41. Zwei kleinste Lungenläppchen *aa*. mit den Luftzellen *bb*. und den feinsten Bronchialästchen *cc*., an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen, 25 mal vergrössert. Halb schematische Figur.

Fig. 42. Magendrüse des Hundes vom *Pylorus* mit Cylinderepithel. *a*. Grosse Drüsenhöhle. *b*. Schlauchförmige Anhänge derselben.

sehr, haben aber doch immer Epithelzellen, die des specifischen Inhaltes der eigentlichen Drüsenzellen ermangeln, meist auch eine andere Form als dieselben zeigen. Starke Ausführungsgänge bestehen aus einer fibrösen Haut und einem Epithel und besitzen oft auch eine Muskellage, und in den letzten Abschnitten derselben treten sehr häufig eine Faserhaut, Muskelhaut und eine Schleimhaut als besondere Gebilde auf.

In chemischer Beziehung sind die Drüsen noch wenig bekannt. Die Drüsenzellen, als die wichtigsten Gebilde, schliessen sich auch in diesem Punkte an die Epithelialgebilde an, nur dass sie häufig im Innern ganz besondere Substanzen, wie Fett, die Bestandtheile der Galle, des Harnes, Magensaftes, Schleimes u. s. w. enthalten und hierdurch einen specifischen Charakter gewinnen.

Die ächten Drüsen scheiden entweder gewisse Bestandtheile aus dem Blute ab oder bereiten vermittelst desselben eigenthümliche Substanzen oder Formelemente, und je nach dem ist auch die Bedeutung ihrer einzelnen Theile eine verschiedene. In den erstgenannten Drüsen spielen die Drüsenzellen eine mehr untergeordnete Rolle und sind höchstens insofern von Wichtigkeit, als sie den Uebergang dieser oder jener Blutbestandtheile verhindern und nur gewisse derselben durchlassen (Nieren, Thränendrüsen, kleine Schweissdrüsen, Lungen); in den andern dagegen kommt den Zellen eine sehr wesentliche Betheiligung an der Bildung des Drüsensaftes zu, indem dieselben in sich das specifische Secret erzeugen, welches dann entweder aus ihnen heraussickert (Leber, Schleimdrüschen, Magensaftdrüsen, *Prostata*, *Cowper*'sche Drüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas*) oder, indem die Zellen selbst sich lösen und nach und nach zerfallen, frei wird (Milchdrüse, Fett secernirende Drüsen, Hoden, grosse Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen). Im erstern Falle kann, wie in den *Graaf*'schen Follikeln, in dem gebildeten Secrete eine besondere Zellenbildung statthaben, während in dem letztern an die Stelle der reifen vergehenden Drüsenzellen oder der sog. Drüsensaftzellen beständig neue Elemente treten, wodurch der Charakter dieser Zellen als einer Auskleidung der Drüsencanäle häufig verloren geht und dieselben ganz und gar als Secret erscheinen (Hoden, Milchdrüse während der Lactation). — Alle die hier berührten Drüsen, mit Ausnahme der Geschlechtsdrüsen, entwickeln sich von den innern und äussern Epithelialbildungen des Körpers aus unter Mitbetheiligung der diese Epithelien tragenden gefässreichen Häute. Die einen derselben treten von Anfang an als Ausstülpungen der bezeichneten Häute auf und behalten die Höhlungen im ganzen Verlaufe ihrer Entwicklung bei (Lungen, kleine Darmdrüsen), andere sind anfangs hohl, erhalten jedoch nachträglich solide Auswüchse, durch die sie sich weiter bilden (Leber), noch andere endlich sind von Anfang an solid, wachsen in diesem Zustande weiter und bekommen erst in zweiter Linie ihre Höhlungen (Drüsen der Haut, traubenförmige Drüsen). Der Stoffwechsel geht in den Drüsen mit grosser Energie vor sich und gehören dieselben zu den blutreichsten Organen des Körpers. Eine Regeneration von Drüsengewebe findet

sich, ausser bei den Uterindrüsen, nicht, dagegen kommen Hypertrophien desselben und auch accidentelle Bildungen von kleinen Drüsen vor.

Die ächten Drüsen des menschlichen Körpers lassen sich, nach der bezeichneten Form der letzten Elemente, in folgende Abtheilungen bringen:

1) Drüsen mit geschlossenen Drüsenbläschen, die zeitenweise dehisciren. Eierstock, Uterusfollikel.

2) Drüsen, deren Parenchym aus netzförmig vereinten Zellen besteht. Leber.

3) Traubenförmige Drüsen, bei denen an den letzten Enden der Ausführungsgänge Häufchen rundlicher und länglicher Drüsenbläschen sitzen:

a) einfache mit einem oder wenigen Drüsenläppchen. Schleimdrüschen, Talgdrüsen, *Meibom*'sche Drüsen;

b) zusammengesetzte mit vielen Drüsenläppchen. Thränendrüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas, Prostata, Cowper*'sche und *Bartholini*sche Drüsen, Milchdrüsen, Lungen.

4) Röhrenförmige Drüsen, deren secernirende Elemente die Form von Schläuchen haben:

a) einfache, die nur aus einem oder wenigen blind endenden Schläuchen bestehen. Schlauchförmige Magen- und Darmdrüsen, Uterindrüsen, Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen;

b) zusammengesetzte, mit vielen verästelten, auch wohl netzförmig verbundenen Drüsencanälen. Hoden, Nieren.

Die Formen der thierischen Drüsen lassen sich, trotz ihrer Mannigfaltigkeit, mit wenigen Ausnahmen unter eine der vier beschriebenen Kategorien bringen. Bemerkenswerth sind 1) die bei einigen Gliederthieren gefundenen Drüsenzellen mit besonderen Ausführungsgängen, die entweder für sich eine Drüse bilden oder zu vielen von einer *Membrana propria* umgeben werden, 2) das Vorkommen einer structurlosen *Membrana intima* aus Chitin in vielen Drüsen von Articulaten, 3) die Bildung gewisser Secrete (Harnsäure und Bilin bei Mollusken, Bilin bei Crustaceen) innerhalb besonderer sich vergrössernder »Secretbläschen« *(Nägeli, H. Meckel)*, die den Dotterbläschen (§. 6.) an die Seite gestellt werden können, 4) die colossale Grösse (bis 0,1''') mancher Drüsenzellen von Insecten und die eigenthümlichen Ramificationen der Kerne derselben.

Literatur. *J. Müller, De glandularum secernentium structura penitiori. Lips.* 1830; *H. Meckel*, Mikrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere, in *Müll. Arch.* 1846; *Fr. Leydig's* vergleichend-anatomische Abhandlungen, in *Zeitschr. f. wiss. Zoologie.*

§. 30.

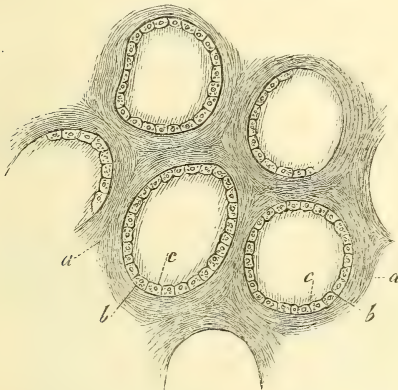
Gewebe der Blutgefässdrüsen. Unter diesem Namen fasst man am passendsten eine Reihe von Organen zusammen, deren Uebereinstimmendes darin liegt, dass sie in einem beo snderen drüsigen Gewebe aus

dem Blute oder andern Säften gewisse Stoffe bereiten, die nicht durch besondere bleibende oder zeitenweise sich bildende Ausführungsgänge, sondern einfach durch Heraussickern aus dem Gewebe abgeführt werden und dann in dieser oder jener Weise dem Organismus zu Gute kommen. Wenn auch bei dieser so allgemein gehaltenen Definition Organe zusammenkommen, die die Zukunft vielleicht trennen wird, so ist dieselbe doch bei der noch so geringen Kenntniss dieser Gebilde die einzige, die eine nicht weiter vorgreifende Besprechung derselben möglich macht.

Das wesentliche drüsige Gewebe der fraglichen Organe zeigt sich in folgenden Formen:

1) Als ein Parenchym grösserer und kleinerer Zellen, die in ein Stroma von Bindegewebe eingebettet sind. Nebennieren, vorderer Lappen der *Hypophysis*. Die Zellen erreichen hier zum Theil die bedeutende Grösse von 0,04''' und darüber und enthalten dann neben einer körnigen Masse viele Kerne und auch wohl Tochterzellen.

Fig. 43.



2) Als geschlossene Follikel, von denen jeder aus einer *Membrana propria*, mit einem Epithel an der Innenseite derselben, besteht und einen klaren Inhalt führt. *Thyreoidea*. Die Follikel, die nicht die Bedeutung vergrösserter Zellen haben, sind von reichlichem Bindegewebe umgeben und werden von demselben zu kleineren und grösseren Läppchen vereint.

3) Als geschlossene Follikel, mit einer Bindegewebshülle und einem aus Kernen, Zellen und etwas Flüssigkeit bestehenden Inhalt. Hierher rechne ich:

a) Die solitären Follikel des Magens und Darmes und
b) Die aggregirten Follikel des Dünndarmes oder die *Peyer*'schen Haufen (bei Thieren auch des Magens und Dickdarmes), welche beide im Innern der Follikel zahlreiche Blutgefässe enthalten.
c) Die Balgdrüsen der Zungenwurzel, die Tonsillen und die Pharynxbälge, die in den Wänden ihrer Schläuche viele geschlossene Follikel, wie die eben erwähnten, jedoch, soviel man bis jetzt weiss, ohne Gefässe im Innern enthalten.
d) Die Lymphdrüsen, die aus ähnlichen Follikeln wie die *Peyer*'schen Haufen zu bestehen scheinen.

Fig. 43. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250 mal vergr. *a.* Bindegewebe zwischen denselben. *b.* Membran der Drüsenblasen. *c.* Epithel derselben.

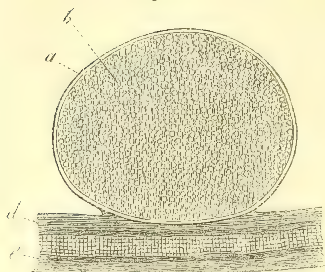


Fig. 44.

4) Als ein Zellenparenchym, das zahlreiche geschlossene Follikel wie die eben beschriebenen enthält. Milz.

5) Als traubenförmig aggregirte und in einen gemeinsamen geschlossenen Canal oder weiten Hohlraum sich öffnende Drüsenbläschen, deren dicke Wände aus einer zarten Bindegewebshülle und einer weichen, aus vielen Kernen und Gefässen bestehenden Masse zusammengesetzt sind. Thymus.

Die chemische Natur dieser an Blutgefässen mehr oder weniger reichen Organe ist noch wenig bekannt. Die sub 1, 2, 3 und 5 aufgezählten enthalten viel Protein und Fett in ihrem Gewebe, ebenso die Follikel von 4, wogegen das sonstige Parenchym der Milz eigenthümliche, noch nicht vollkommen erforschte Körper enthält, die auf einen energischen Zersetzungsprocess hinweisen. Ebenso wenig sind die physiologischen Functionen derselben bekannt und soll hier nur soviel erwähnt sein, dass es bei der Milz, der *Thyreoidea*, *Thymus*, den Nebennieren, der *Hypophysis* nur das Blut sein kann, was Stoffe an dieselben abgibt und nur die Blut- und Lymphgefässe, welche von den Drüsen nach aussen oder innen *(Thymus)* abgegebene Substanzen wieder aufnehmen. Bei den Balgdrüsen der Mund- und Rachenhöhle werden die letztern in die grösseren Cavitäten dieser Organe und schliesslich in die bezeichneten Höhlen ergossen, während es bei den Darmfollikeln zweifelhaft ist, ob sie Stoff in den Darm abscheiden oder aus demselben aufnehmen und an die Gefässe abgeben. Bei den Lymphdrüsen sind es die Lymphgefässe, welche Stoffe an die Drüsenfollikel abgeben und dieselben verarbeitet wieder aufnehmen. — Die Entwicklung der Blutgefässdrüsen ist noch sehr dunkel, doch scheint so viel sicher, dass die meisten derselben ohne Theilnahme des Darmepithels entweder aus der Faserschicht des Darmes oder aus demselben Blastem, das die Geschlechtsdrüsen erzeugt, sich entwickeln. Nur die *Thymus* und *Thyreoidea* will *Remak* als Abschnürungen von dem Darme angesehen wissen. — Der Stoffwechsel ist in den meisten dieser drüsigen Gebilde recht energisch, wie ihre Blutmenge und ihr häufiges Erkranken zeigt, und möchten nur die *Hypophysis* und die Nebennieren in dieser Beziehung eine untergeordnete Stelle einnehmen.

Literatur. *A. Ecker*, Art. Blutgefässdrüsen, in *Wagner's Handw. d. Phys. Bd. IV.* 1849.

Fig. 44. Ein *Malpighi*'sches Körperchen aus der Milz des Ochsen, 150 mal vergr. *a.* Wand des Körperchens. *b.* Inhalt. *c.* Wand der Arterie, an dem dasselbe sitzt. *d.* Scheide derselben.

Specielle Gewebelehre.

Von der äussern Haut.

I. Von der Haut im engern Sinne.

A. Lederhaut.

§. 31.

Die äussere Haut, *Integumentum commune* (Fig. 45.), besteht wesentlich aus einer innern, gefäss- und nervenreichen, in ihrer Hauptmasse aus Bindegewebe gebildeten Lage, der Lederhaut, *Cutis, Derma* (Fig. 45. *c, d*), und einer äussern, einzig und allein aus Zellen zusammengesetzten Schicht, der Oberhaut, *Epidermis* (Fig. 45. *a, b*), und enthält ausserdem noch viele besondere drüsige und hornige Organe.

Fig. 45.

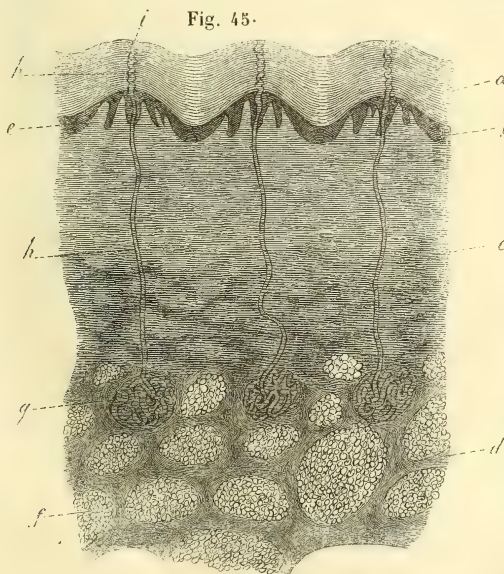


Fig. 45. Senkrechter Schnitt durch die gesammte Haut der Daumenbeere, quer durch 3 Cutisleistchen; Vergrösserung 20. *a.* Hornschicht der Oberhaut, *b.* Schleimschicht derselben, *c. Corium*, *d. Panniculus adiposus* (oberer Theil), *e* Papillen der Lederhaut, *f.* Fettträubchen, *g.* Schweissdrüsen, *h.* Schweisscanäle, *i.* Schweissporen.

Die Lederhaut, *Cutis, Derma,* zerfällt ihrerseits wieder in zwei Schichten, in das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea* (Fig. 45. *d*), und in die eigentliche Lederhaut, *Corium* (Fig. 45. *c*), von denen die letz-

tere durch ihren Gefäss- und Nervenreichthum den wichtigsten Theil der äussern Haut ausmacht.

§. 32.

Das Unterhautzellgewebe, *Tela cellulosa subcutanea,* ist eine mässig feste, besonders aus Bindegewebe gebildete Haut, welche an den meisten Stellen des Körpers in besondern Maschenräumen eine beträchtliche Menge von Fettzellen (Fig. 45. *f*) einschliesst und als Fetthaut, *Panniculus adiposus*, erscheint, an einigen Orten dagegen, wie z. B. am Hodensack, dem Penis und den Nymphen fettarm oder selbst ganz fettlos sich zeigt. Die innerste Lage des Unterhautzellgewebes, die am Rumpfe und Oberschenkel eine mässig feste, fettlose Binde, die *Fascia superficialis*, darstellt, liegt verschiedenen Theilen, wie Muskelfascien, Knochen- und Knorpelhäuten, Muskeln und tiefen Fettanhäufungen auf und verbindet sich mehr oder weniger fest mit denselben. Locker ist die Vereinigung am Rumpfe, an den beiden ersten Abschnitten der Glieder, an Hand- und Fussrücken, am Hals, und besonders an den Augenlidern, dem männlichen Gliede, dem *Scrotum* und an der Streckseite von Gelenken, wo oft sogenannte Schleimbeutel der Haut, *Bursae mucosae subcutaneae* vorkommen, wie am Knie-, Ellenbogen- und den Fingergelenken. Eine straffere Vereinigung zeigt sich theils, wo sehnige Streifen, Aponeurosen, oder Muskeln in die Haut gehen, daher namentlich am Kopf, besonders an den Nasenflügeln und Lippen, an Stirn und Schläfe, am Ohr, Mund und Hinterhaupt, an der *Glans penis*, unter den Nägeln, an der Handfläche und Sohle. Uebrigens ist bei dickem Fettpolster die Haut weniger verschiebbar, als wenn das Fett spärlich oder gar nicht vorhanden ist. Die äussere Fläche des Unterhautzellgewebes haftet meist fest an der Lederhaut, namentlich wo Haarbälge in dieselbe sich einsenken, wie am Kopf, dagegen lässt sich eine mächtigere Fetthaut ziemlich leicht von der Cutis trennen.

Die Mächtigkeit des Unterhautzellgewebes wechselt bekanntlich nach Ort, Alter, Geschlecht und Individualität sehr bedeutend. Das fettlose Unterhautzellgewebe der Augenlider, der obern und äussern Theile des Ohres misst nach Krause $\frac{1}{4}'''$, am Penis $\frac{1}{3}'''$, am *Scrotum* $\frac{2}{3}'''$; die Fetthaut beträgt $1'''$ an Schädel, Stirn, Nase, Ohrläppchen, Hals, Hand- und Fussrücken, Knie, Ellbogen; an den meisten übrigen Stellen 2—$6'''$, doch kann sie bei fetten Individuen bis über $1''$ Dicke erreichen und bei magern bis unter eine Linie herabsinken.

§. 33.

Die eigentliche Lederhaut, *Corium,* ist eine derbe, wenig elastische, ebenfalls vorzüglich aus Bindegewebe gebildete Haut, die an den dickeren Stellen zwei, jedoch nicht scharf geschiedene Lagen zeigt, die man als *Pars reticularis* und *papillaris* bezeichnen kann. Die *Pars reticularis Corii* bildet die innere Lage der Lederhaut und stellt eine

weisse, netzförmig durchbrochene, in ihren tiefsten Lagen manchmal deutlich geschichtete Haut dar, die in besonderen engeren oder weiteren, spärlicheren oder zahlreicheren Maschenräumen die Haarbälge und Drüsen der Haut sammt ziemlich vielem Fett enthält. Die *Pars papillaris Corii,* die Wärzchenschicht, ist der grauröthliche äussere, an die Oberhaut stossende Theil der eigentlichen Lederhaut (s. Fig. 45.), der in seinem dichten, festen Gewebe den obern Theil der Haarbälge und Hautdrüsen und die Endausbreitung der Gefässe und Nerven der Haut enthält. Die wichtigsten Theile derselben sind die Haut- oder Gefühlswärzchen, *Papillae tactus* (Fig. 46.), kleine, halbdurchscheinende, biegsame, jedoch ziemlich festgebaute Erhabenheiten der äusseren Fläche der Lederhaut, die meist kegel- oder warzenförmig sind, an gewissen Orten aber auch in mehrere Spitzen auslaufen (zusammengesetzte Wärzchen). Mit Bezug auf die Stellung und Zahl, so sind die Papillen im Nagelbette, der Handfläche und Fusssohle sehr zahlreich (*E. H. Weber* rechnet auf 1 □‴ der *Vola manus* 81 zusammengesetzte oder 150—200 kleinere Papillen) und ziemlich regelmässig in zwei Hauptreihen, von denen jede 2—5 Papillen in der Quere besitzt, auf linienförmigen, $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{3}$‴ breiten, $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{6}$‴ hohen Erhabenheiten, den Leisten oder Riffen der Lederhaut, gelagert (Fig. 47.), deren Verlauf, da er auch äusserlich an der Oberhaut sichtbar ist, keiner weitern Beschreibung bedarf. Anderwärts stehen die Papillen mehr zerstreut, entweder sehr dicht, wie an den *Labia minora*, der *Clitoris,* dem Penis, der

Fig. 46.

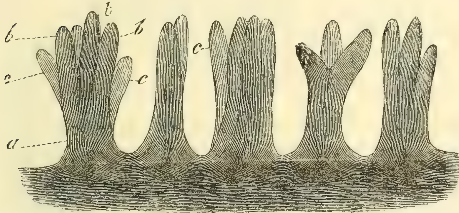


Fig. 47

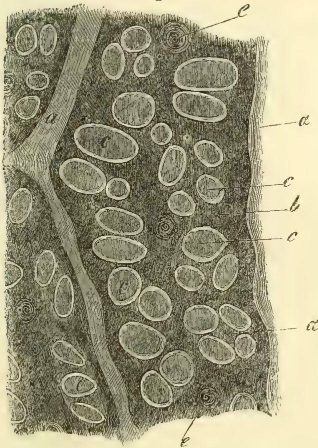


Fig. 46. Zusammengesetzte Papillen der Handfläche mit 2, 3 und 4 Zacken, 60 mal vergr.; *a.* Basis einer Papille; *bb.* die einzelnen Ausläufer derselben; *cc.* Ausläufer von Papillen, deren Basis nicht sichtbar ist.

Fig. 47. Flächenschnitt der Fersenhaut durch die Spitzen der Papillen eines ganzen und zweier halben Leistchen, 60 mal vergr. Die reihenförmige Anordnung der Papillen, entsprechend den Leistchen der Lederhaut, ist deutlich sichtbar. *a.* Hornschicht der Oberhaut zwischen den Leistchen, die wegen ihres wellenförmigen Verlaufes bei einem Schnitte durch die Spitzen der Papillen mit getroffen wird. *b. Stratum Malpighii* der Oberhaut. *c.* Papillen, welche in mehr als zwei Reihen stehen; da aber immer mehrere derselben auf gemeinschaftlicher Basis sitzen, so sind doch, so zu sagen, nur zwei Reihen zusammengesetzter Papillen da. *d. Stratum Malpighii* zwischen den zu einer gemeinschaftlichen Basis gehörenden Papillen, das, weil weniger dick, etwas heller erscheint. *e.* Schweisscanäle.

Brustwarze, oder etwas zerstreuter, wie an den Gliedern, mit Ausnahme der genannten Stellen, am *Scrotum*, Hals, Brust, Bauch und Rücken.

Die Grösse der Papillen variirt ziemlich bedeutend. Die kürzesten von $^1/_{66}$—$^1/_{40}'''$ finden sich im Gesicht, namentlich an Augenlidern, Stirn, Nase, Wangen und Kinn, wo sie selbst gänzlich fehlen oder durch ein Netzwerk niedriger Leistchen ersetzt werden können, ferner an der weiblichen Brust ($^1/_{80}$ — $^1/_{60}'''$), am *Scrotum* und der Basis des Penis ($^1/_{66}$ — $^1/_{40}'''$), An den meisten übrigen Stellen beträgt ihre Länge von $^1/_{22}$—$^1/_{33}'''$. Die längsten von $^1/_{20}$—$^1/_{30}'''$ besitzen die Handfläche, Fusssohle und die Brustwarze, an welchen Orten dieselben meist die Gestalt zusammengesetzter Wärzchen haben, ferner die vordern und hintern Enden des Nagelbettes ($^1/_{14}$—$^1/_{10}'''$), und die *Labia minora* ($^1/_{20}$—$^1/_{10}'''$). Die Breite an der Basis beträgt an den meisten Papillen ungefähr eben so viel oder etwas weniger als die Länge; an einigen, wie an denen des *Scrotum*, des *Praeputium*, der Peniswurzel, übertrifft sie selbst die Länge um $^1/_3$ und mehr, weshalb auch diese Papillen exquisit warzenförmig, ja selbst in Gestalt kurzer Leistchen erscheinen; an den längsten Papillen endlich misst die Breite $^1/_3$—$^1/_2$ der Länge.

Die Dicke der eigentlichen Lederhaut geht von $^1/_8$ — $1\,^1/_2'''$ und beträgt an den meisten Orten $^1/_4$—$^3/_4'''$. $^1/_5$ — $^1/_8'''$ ist dieselbe im äussern Gehörgang, an den Lidern, dem rothen Lippentheil, der *Glans penis* und *clitoridis;* am dicksten von $^1/_2$—$1'''$ am Rücken, Kinn, Ober- und Unterlippe (dem behaarten Theil), Nasenflügel, an dem Ballen der Sohle, der Beere der grossen Zehe, dem Schulterblatt und Gesäss; 1 — $1\,^1/_2'''$ an der Ferse.

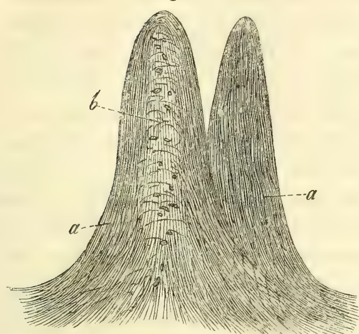
Die Lederhaut zeigt in chemischer Beziehung vorzüglich die Charaktere des Bindegewebes, welches ihre Hauptmasse bildet. Sie fault schwer, nach Zusatz von Gerbsäure haltenden Pflanzenstoffen (Gerben, Leder) gar nicht, lässt sich leicht trocknen und wird dann gelblich, durchscheinend und steif, aber biegsam und fault nicht mehr. In kochendem Wasser schrumpft sie anfangs zusammen, löst sich dann aber, und zwar nicht bei allen Thieren gleich rasch, und bei jüngern schneller als bei ältern, zu Leim, *Colla,* auf, was bei Behandlung mit verdünnten Säuren und Alkalien schon bei der gewöhnlichen Temperatur geschieht.

§. 34.

Die Lederhaut besteht vorzüglich aus Bindegewebe und elastischem Gewebe und enthält ausserdem auch glatte Muskeln, Fettzellen, Blutgefässe, Nerven und Saugadern in reichlichster Menge.

Das Bindegewebe besteht aus gewöhnlichen Bündeln, die zum Theil netzförmig sich vereinen, wie im Unterhautzellgewebe, zum Theil zu grösseren secundären Bündeln, zu Balken und Blättern verschiedener Art sich verbinden. In der Fetthaut finden sich zwischen diesen viele von Fett erfüllte grössere und kleinere Räume, während in der *Fascia super-*

Fig. 48.



ficialis und in der Lederhaut der Zusammenhang derselben ein sehr inniger ist und dieselben namentlich in der letztern ein sehr derbes, andeutungsweise geschichtetes Gewebe bilden. — In den Papillen ist der faserige Bau nicht überall deutlich und erscheint statt desselben oft ein mehr homogenes Gewebe, das häufig wie von einer structurlosen Haut begrenzt erscheint, ohne dass jedoch eine solche wirklich sich isoliren lässt.

Die *Bursae mucosae subcutaneae* sind nichts als grössere, einfache oder theilweise getheilte Maschenräume im Unterhautzellgewebe, in der *Fascia superficialis (Bursa olecrani)* oder zwischen den Blättern der *Fascia muscularis (Bursa patellae)*. Die innen glatten aber mit vielen Unebenheiten versehenen Wandungen derselben sind aus gewöhnlichem Bindegewebe gebildet, besitzen kein Epithelium und schliessen etwas klebrige, helle Flüssigkeit ein.

Das elastische Gewebe findet sich in fast allen Theilen der Cutis in reichlicher Menge, doch meist viel spärlicher als das Bindegewebe.

Fig. 49.

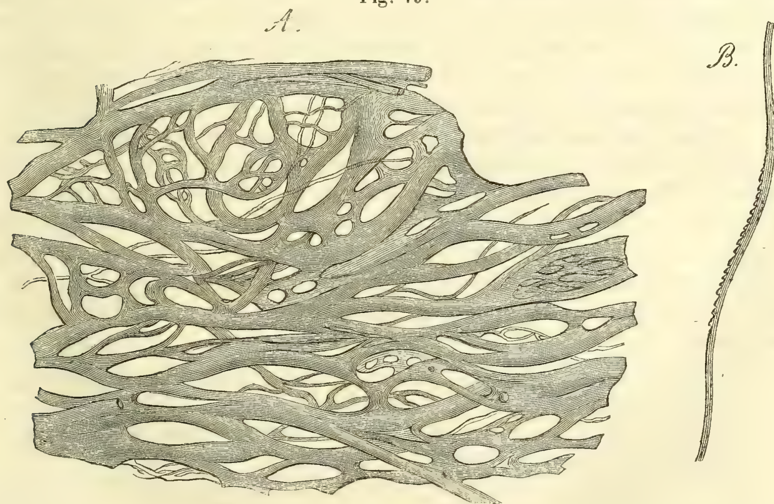


Fig. 48. Zwei Papillen der Handfläche von leicht macerirter Haut 350 mal vergr. *a*. Wellenförmig verlaufende, ausnehmend deutliche Bindegewebsfibrillen. *b*. In der Axe der einen Papille gelegene quere elastische Fäserchen und quere Kerne, Axenkörper, Tastkörperchen *R. Wagner's* (s. §. 37). Von den Nerven ist ohne Reagentien keine Spur zu sehen.

Fig. 49. *A*. Elastische Fasern aus dem innern Theil der *Fascia lata* des Menschen, dicht verflochten, und eine elastische Membran darstellend, 450 mal vergr. *B*. Eine elastische Faser mit sägeförmigem Rand, wie man sie auch hie und da in der Cutis sieht.

Seltener erscheint dasselbe in Form wirklicher elastischer Membranen, die selbst an die dichtesten elastischen Netze der Arterien erinnern, wie in der *Fascia superficialis* des Abdomen und Oberschenkels (Fig. 49 *A.*), gewöhnlicher in Gestalt von lockeren Netzen stärkerer oder feinerer Fasern, wie in der eigentlichen Lederhaut. Nur feine elastische Fasern (Kernfasern) besitzen die Papillen (nicht alle) und der *Panniculus adiposus*, in dem dieselben zum Theil selbst gänzlich mangeln.

Glatte Muskeln kommen meinen Untersuchungen zufolge in der Haut weit verbreiteter vor, als man bisher angenommen hat, und zwar 1) im Unterhautzellgewebe des Hodensackes, die denselben den Namen Fleischhaut, *Tunica dartos*, verdankt, des Penis, die Vorhaut inbegriffen, und des vordern Theiles des Mittelfleisches, wo sie mit ihren bis $\frac{1}{3}'''$, selbst $\frac{1}{2}'''$ messenden, gelblichen Bündeln, deren Elemente die in §. 26. geschilderten sind, theils in der Nähe der Gefässe und Nerven, theils mehr isolirt im Bindegewebe verlaufen, netzförmig untereinander zusammenhängen und vorzüglich parallel der Raphe des Scrotum und der Längsaxe des Gliedes ziehen, jedoch namentlich an letzterem nicht selten mit starken Bündeln auch quer verlaufen.

2) Im Warzenhofe sind die namentlich beim weiblichen Geschlechte entwickelten glatten Muskeln in einer zarten, nach innen bis zur Basis der Warze stärker werdenden Schicht kreisförmig angeordnet und meist durch die Breite ihrer Bündel (bis zu $\frac{1}{3}'''$) und ihre gelbröthlich durchscheinende Färbung schon dem unbewaffneten Auge sichtbar; in der Warze selbst verlaufen dieselben theils kreisförmig, theils senkrecht und vereinigen sich zu einem dichten Netzwerk, durch dessen Maschen die Ausführungsgänge der Milchdrüse ziehen.

3) Endlich sind die glatten Muskeln noch in den obern Theilen der Lederhaut, und zwar an allen Stellen, wo Haare vorkommen, zu finden, in Form von platten, bis 0,1—0,16''' breiten Bündeln, die ohne Ausnahme zu einem oder zweien neben den Haarbälgen und Talgdrüsen liegen, von obern Theilen des *Corium* entspringen und, indem sie schief von aussen nach innen nach den Haarbälgen zu verlaufen und die Talgdrüsen umfassen, an die ersteren dicht hinter den genannten Drüsen oder nahe an ihrem Grunde sich ansetzen.

Ueber die glatten Muskeln der Haut haben in der neuesten Zeit *Eylandt* und *Henle* Mittheilungen gemacht. Die Muskelchen an den Haarbälgen, die *Eylandt* *Arrectores pili* nennt, werden von beiden Autoren bestätigt, nur finden beide dieselben dünner (*Eylandt* von 0,02''', *Henle* von 0,04'''). *Eylandt* sah immer nur ein Bündel zu einem Haarbalg treten und *Henle* gibt an, dass dieselben nach oben mehrfach bis zu Bündelchen von 0,004''' sich spalten und bis dicht unter die Epidermis in die Papillen zu verfolgen seien. Im *Scrotum*, in der Haut des Penis, *Perinaeum*, der *Areola mammae* und in der Brustwarze konnte *Eylandt* die glatten Muskeln nicht finden und glaubt, ich habe die Ringmuskeln der Blutgefässe mit denselben verwechselt, eine Zumuthung, die ich gegen einen Anfänger mir nicht erlaubt haben würde. *Henle* hat die glatten Muskeln an allen diesen Orten gesehen, was in der That sehr leicht ist, geht dagegen, wie mir scheint, zu weit, wenn er auch in unbehaarten Hautstellen, an Schweissdrüsen und an Gefässstämmchen

(aussen an solchen) glatte Muskelbündel annimmt, und glaube ich, dass er sich in diesen Fällen durch feine Nervenstämmchen hat beirren lassen, die, wie er selbst anführt, an gekochten Präparaten, deren er sich bei der Untersuchung bedient, leicht mit Muskeln verwechselt werden können.

§. 35.

Fettzellen. Der Sitz dieser Zellen ist vorzüglich die Fetthaut. In dieser liegen die Fettzellen nicht in grossen Ausbreitungen beisammen, sondern erfüllen in grösseren oder kleineren Klümpchen die verschiedenartig gestalteten Maschenräume des Bindegewebes (Fig. 45. *f*). Jedes der, dem blossen Auge deutlich begrenzt erscheinenden gelben Klümpchen oder Fettläppchen (auch wohl Fettträubchen) hat eine besondere Hülle von Bindegewebe, in der die der Ernährung der Fettzellen bestimmten Gefässe verlaufen und besteht entweder aus einem einfachen Aggregate von Zellen, oder aus einer, je nach seiner Grösse variirenden Zahl von kleineren und kleinsten Läppchen, von denen jedes wieder seine eigene zarte Bindehülle hat; nach *Todd* und *Bowman* soll selbst jede Zelle ihre besondere Bekleidung und Gefässe darin besitzen, was jedoch, wenn auch in manchen Fällen richtig, gewiss nicht in allen vorkommt. In der Lederhaut finden sich die Fettzellen mehr in den tieferen Theilen um Haarbälge und Drüsen herum, fehlen dagegen im *Corpus papillare* gänzlich. Ueberall sind die Fettzellen bei nur einigermaassen wohlgenährten Individuen runde oder ovale, 0,01—0,06‴ grosse, dunkelrandige, mit flüssigem blassgelbem, einen einzigen Tropfen bildendem Fette erfüllte Zellen mit einem wandständigen, schwer sichtbar zu machenden Kerne (Fig. 50.). Bei Magern finden sich dagegen fast keine Zellen dieser Art, sondern mehr oder weniger abweichende Formen, und zwar 1) granulirte Zellen mit vielen kleinen Fetttröpfchen in weissgelblichen Fettträubchen;

Fig. 50.

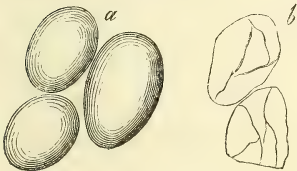
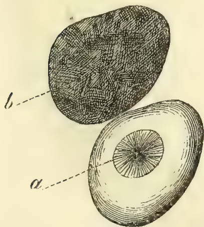


Fig. 51.



2) Serumhaltige Fettzellen, in gelb- oder braunrothen kleinen Fettläppchen, die neben dem mehr oder weniger geschwundenen Fett, das meist in Gestalt einer einzigen, dunkler gefärbten Fettkugel erscheint, eine helle Flüssigkeit und einen deutlichen Kern enthalten und bedeutend kleiner sind als normale Zellen, von 0,01—0,015‴;

Fig. 50. Normale Fettzellen von der Brust, 350 mal vergr. *a.* Ohne Reagentien, *b.* nach Behandlung mit Aether, wodurch das Fett ausgezogen wird und die faltige zarte Hülle bleibt.

Fig. 51. Fettzellen mit Margarinkrystallen, 350 mal vergr. *a.* Zelle mit einem Stern von Krystallnadeln, wie sie nicht selten in normalem Fett sich finden. *b.* Mit Krystallen ganz erfüllte Zelle aus weisslichen Fettklümpchen Abgemagerter.

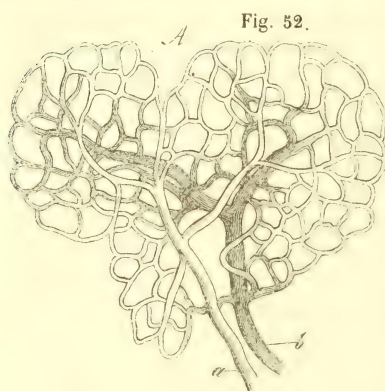
3) Fettlose, nur Serum führende Zellen mit deutlichem Kern und zarter oder verdickter Membran in mehr gallertartigem Fett oder mit den andern untermischt, auch bei Hautwassersucht;

4) Endlich krystallführende Fettzellen, entweder solche, die neben einem Fetttropfen 1—4 Sterne nadelförmiger Fett- (Margarin-) krystalle enthalten oder Zellen, die mit Krystallnadeln ganz gefüllt sind. Die ersteren kommen unter andern normalen Zellen vor, die letztern nur in weissen, mehr isolirt auftretenden Fetttraübchen.

§. 36.

Gefässe der Haut. Schon im Unterhautzellgewebe geben die in die Haut eintretenden Arterien viele Aestchen an die Haarbälge (siehe unten), die Fetttraübchen und die glatten Muskeln ab, die grösstentheils weitmaschige, seltener, wie namentlich in den Fetttraübchen, etwas engere Netze feiner Capillaren bilden Fig. 52). Höher oben versorgen sie die Schweissdrüsen und Talgdrüsen (siehe unten), bilden in den innern Theilen der Lederhaut *(Pars reticularis)* ebenfalls, jedoch nicht viele Endausbreitungen und dringen endlich bis in die äussersten Theile der Papillarschicht und in die Papillen selbst, um sich hier in ein dichtes, engmaschiges Netz von Capillaren aufzulösen. Dasselbe besteht überall, wo Papillen vorhanden sind, aus zwei Theilen, einmal aus einem horizontalen, unmittelbar unter der von der Oberhaut bedeckten Fläche liegenden Geflecht mit weiteren Maschen stärkerer Gefässe von 0,01—0,005''' und engern solchen von Capillaren von 0,003—0,005''', und zweitens aus vielen einzelnen, nach aussen sich erhebenden Schlin-

Fig. 52.



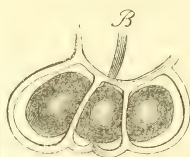


Fig. 53.

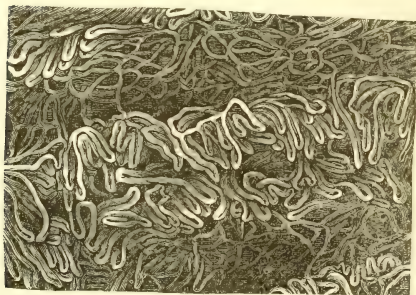


Fig. 52. Gefässe der Fettzellen. *A*. Gefässe eines kleinen Fetttraübchens, 100 mal vergr. *a*. Arterie. *b*. Vene. *B*. Drei Fettzellen mit ihren Capillaren, mehr vergrössert; nach *Todd* und *Bowman*.

Fig. 53. Gefässe der Papillen eines ganzen und zweier halben Cutisleistchen nach *Berres*.

gen von feinsten Gefässchen (von 0,003—0,004'''), welche die Papillen versorgen. Gewisse Ausnahmen (s. §. 37.) abgerechnet, besitzt jede Papille ihre eigene Capillargefässschlinge (Fig. 53), ästige Papillen mehrere, welche entweder mehr in ihrer Axe oder der Oberfläche näher verlaufen und bis zur Spitze derselben sich erstrecken.

Die grösseren Stämme der Lymphgefässe sind im Unterhautzellgewebe sehr leicht zu erkennen, und sehr zahlreich. In der Lederhaut selbst haben verschiedene Anatomen, *Haase*, *Lauth*, *Fohmann* u. A., durch Quecksilberinjectionen die Lymphgefässe dargestellt. Alle stimmen darin überein, dass dieselben in den äussersten Theilen derselben ein ungemein dichtes Netz feiner Gefässchen, nach *Krause* (l. c. p. 111) von $1/_{15}$—$1/_{20}$''' darstellen, das in der Tiefe nach und nach weitmaschiger und stärker wird und endlich mit einzelnen Stämmchen in die Gefässe der *Tela cellulosa subcutanea* ausgeht, doch weiss man immer noch nicht, ob diese Gefässe wirklich die wahren Anfänge der Lymphgefässe der Haut sind.

§. 37.

Nerven. Die Haut ist einerseits in ihren an die Epidermis angrenzenden Theilen an gewissen Orten namentlich eines der nervenreichsten Gebilde des menschlichen Organismus, während auf der andern Seite ihre tieferen Gegenden durch grosse Armuth an Nerven sich bemerklich machen. Im *Panniculus adiposus* und der *Fascia superficialis* kennt man annoch keine Nerven als diejenigen, welche successive sich verästelnd durch diese Theile hindurch zur Lederhaut treten oder an den Haaren, Drüsen, glatten Muskeln und *Pacini*'schen Körperchen sich finden, von denen noch weiter die Rede sein soll. In der Lederhaut selbst steigen die durch die Maschenräume der innern Fläche eingetretenen Stämmchen unter fortgesetzter Verästelung, jedoch ohne wirkliche Endausbreitungen zu bilden, allmälig gegen die *Pars papillaris* herauf. Hier bilden sie unter den Papillen durch vielfache Anastomosen reiche Endplexus, an welchen man deutlich tiefere und ober-

Fig. 54.

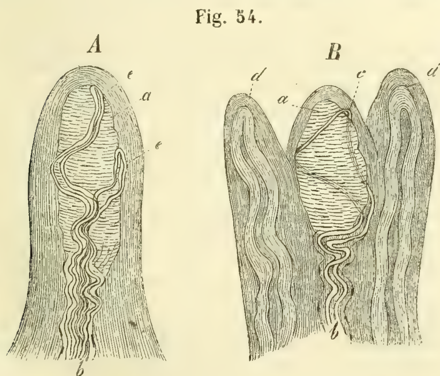


Fig. 54. Zwei Papillen von den Fingerbeeren ohne Epithel mit Axenkörperchen *a* und Nerven *b*. *A*. Einfache Papille mit 4 Nervenröhren und zwei Endschlingen *c*. *B*. Zusammengesetzte Papille mit 2 Gefässspitzen mit Capillarschlingen *d* und einer Nervenspitze mit Endschlinge *c*.

flächlichere Theile, erstere aus feinen, noch mehrere Primitivfasern haltenden Zweigen mit weiteren Maschen, letztere aus einfachen oder zu zweien gruppirten Fasern und engeren Zwischenräumen unterscheidet. In diesem letzten oder dem feinern Endplexus kommen dann auch (ob bei allen Fasern ist noch unentschieden) beim Menschen wie bei Thieren wirkliche Theilungen der Nervenprimitivfasern vor, so dass dieselben meist unter spitzen Winkeln in zwei sich spalten und aus dem Plexus selbst treten endlich je zwei Nervenfasern in die Basis der Papillen, um in denselben bis zur Spitze zu verlaufen und hier schlingenförmig sich zu verbinden (Fig. 54).

Die Elemente der Nerven der Haut zeigen keine besondern Eigenthümlichkeiten. Ihr Durchmesser beträgt in den Stämmchen des Unterhautzellgewebes noch zum Theil bis 0,005 und 0,006‴, ebenso in den untersten Theilen der Lederhaut, während sie nach oben zu alle nach und nach feiner werden. In den Endplexus finde ich dieselben, je nach den verschiedenen Localitäten, von 0,003 bis 0,0016‴ schwankend, inden Papillen endlich von 0,0008 bis 0,002‴. An Hand und Fuss schwanken die feinsten Fasern zwischen 0,0012—0,002‴, an der *Glans penis* dagegen, an den Lippen und der Nase nur zwischen 0,0008—0,0012‴.

Ueber das Verhalten der Nerven in der Haut hat in der neuesten Zeit *R. Wagner* Mittheilungen gemacht (Allg. Zeitung, Jan. Febr. 1852; Gött. Nachricht., Febr. 1852), denen zufolge dieselben bisher ganz unrichtig aufgefasst worden wären. *Wagner* scheidet nach Untersuchungen *G. Meissner*'s und seiner selbst, die an der Haut der Handfläche angestellt wurden, die Papillen in nervenführende und gefässhaltende. Erstere sollen ein besonderes ovales Körperchen in ihrer Axe enthalten, das wie aus hintereinanderliegenden sack- oder bandförmigen Schichten bestehe und im Ansehen einem Tannzapfen gleiche, ein Gebilde, das *Wagner* als einen eigenen physikalischen Sinnesapparat betrachtet und mit dem Namen „Tastkörperchen" *Corpusculum tactus*, belegt. Die Nerven sollen als 1—3 dunkelrandige feine Röhren von unten oder auch wohl seitlich an diese Körperchen treten, und in denselben frei oder vielleicht in feine Aeste getheilt enden. Am reichlichsten fand *Wagner* diese Körperchen in den Fingerspitzen, je weiter gegen die Handwurzel, um so spärlicher. Ich habe mir angelegen sein lassen, diese mit grosser Bestimmtheit gemachten Angaben auch meinerseits einer Untersuchung zu unterziehen, um so mehr, da *Wagner* grosse Hoffnungen für die Physiologie des Tastsinnes an dieselben knüpft, und hat sich mir hierbei folgendes Resultat ergeben.

Die Papillen bestehen, abgesehen von Gefässen und Nerven, vorzüglich aus einem bald mehr homogenen, bald deutlich fibrillären leimgebenden Gewebe, welches vom Bindegewebe zu sondern kein Grund vorhanden ist, und aus feineren elastischen Fasern in verschiedenen Entwicklungszuständen (als spindelförmige Zellen [Bindegewebskörperchen, *Virchow*], Zellennetze, isolirte feine elastische Fasern und Fasernetze). Diese Elemente sind so vertheilt, dass man an den meisten Papillen eine Rindenlage und einen Axenstrang deutlich unterscheidet. In jener verlaufen die Faserelemente longitudinal und ist das Bindegewebe oft deutlich fibrillär, abgesehen von der oberflächlichsten Schicht, die einen hellen homogenen, jedoch nicht isolirbaren Saum bildet, in dieser dagegen ist die Substanz mehr gleichartig und hell, und an manchen Orten durch querverlaufende elastische Elemente von der äusseren Lage abgegrenzt. Sind diese letztern wirkliche feine elastische Fasern und nicht zu dicht gelagert, so wird Niemand hieraus Veranlassung nehmen, dieselben als etwas besonderes zu bezeichnen, anders, wenn dieselben in unentwickelter Form sehr eng beisammen stehen, wie dies bei den *Wagner*'schen Tastkörperchen der Fall ist. Diese sind nämlich nichts anderes, als die schon von mir gesehene helle, von queren Kernen und Kernfasern bezeichnete Axe, die bei Vermeidung von Reagentien nicht anders erscheint, als ich sie in Fig. 4 meiner mikr. Anatomie, Fig. 48

dieses Werkes zeichnete. *Natron causticum dilutum*, dessen ich mich zur Erforschung des Nervenverlaufes in den Papillen fast allein bediente, zeigt dieselben häufig ebenfalls nicht schärfer begränzt, daher ich diesem Theile weiter keine Aufmerksamkeit zuwandte, wogegen Essigsäure, die *Wagner* und *Meissner* auch gebrauchten, solche Axen von Papillen, wenn auch nicht immer, doch in den meisten Fällen als ovale oder cylindrische, schärfer begränzte Körper erscheinen lässt, denen zahlreiche Querstreifen, wenn man will, eine gewisse Aehnlichkeit mit einem Tannzapfen geben (Fig. 54). Dem feineren Baue nach besteht ein solcher „Axenkörper", wie ich ihn nenne, nicht aus übereinanderliegenden Schichten oder Scheiben, wie *Wagner* vermuthet, sondern aus einem innern Strange von homogenem Bindegewebe, der auf Querschnitten und bei der Ansicht von oben am deutlichsten erscheint, und aus einer äussern meist einfachen Lage von unentwickeltem elastischen Gewebe, das in Form von spindelförmigen, mehr oder weniger in feine Fasern ausgezogenen, wahrscheinlich unter einander verbundenen Zellen mit kürzeren oder länglichen Kernen, welche letztere auch *Wagner* sah, den Bindegewebsstrang, der hie und da auch im Innern solche Körperchen zu enthalten scheint, der Quere nach dicht umspinnt. Morphologisch ist also ein solcher Axenkörper nicht gerade besonders eigenthümlich gebaut, schliesst sich vielmehr an die von wirklichen elastischen Fasern umgebenen Axen gewisser anderer Papillen (z. B. der Fusssohle), namentlich an die oft unentwickelten Spitzen derselben und an die umsponnenen Bindegewebsbündel, wie sie ja auch in der *Cutis* sich finden, enge an, und liegt die Differenz vorzüglich darin, dass derselbe mehr unentwickeltes elastisches Gewebe enthält, was sich bei den Papillen, die ja überhaupt, verglichen mit der *Cutis* selbst, aus mehr embryonalem Gewebe bestehen, leicht begreift.

Das Vorkommen anlangend, so finden sich Axenkörper von der beschriebenen Art nur in gewissen Papillen, und zwar, so weit meine bisherigen Untersuchungen reichen, nur in der Handfläche, dem rothen Lippenrande und der Zungenspitze, nicht an den Zehen, der Brust, dem Rücken, der *Glans penis*, den Nymphen, spurweise am Handrücken und der Fusssohle. In der Hand zeigen sich dieselben besonders in den zusammengesetzten Papillen in besonderen, mehr oder weniger hervortretenden, meist kürzeren, manchmal längeren Spitzen, je zu einem oder zweien, seltener in isolirten einfachen Papillen, und zwar als ovale oder walzenförmige Gebilde von $\frac{1}{3}$—$\frac{2}{3}$ der Breite der Papillenspitzen und $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ der Länge derselben, die an den Fingerbeeren je in der 2. bis 4. Papille anzutreffen sind, am ersten Gliede dagegen auf 1‴ Länge nur noch in 2—6 Papillen sich finden und in der Hohlhand selbst noch spärlicher sind. Häufig sind hier die Axenkörper besonders nach Essigsäurezusatz stellenweise eingeschnürt, selbst spiralig gedreht, so dass oft eine gewisse Aehnlichkeit mit einem ähnlich behandelten umsponnenen Bindegewebsbündel und einem Spiralschweissgange entsteht. Am Rücken der Finger und der Ferse zeigten sich bei mehreren Individuen keine Axenkörper in den Papillen, in einigen Fällen waren dieselben jedoch auch hier ganz vereinzelt und klein in einigen wenigen Papillen vorhanden. In den Lippen sah ich bei zwei Individuen ähnliche Axenkörper wie in der Hand, bei einem Individuum fehlten sie. Dieselben fanden sich nur in dem Theile des rothen Lippenrandes, der bei geschlossenem Munde sichtbar ist, waren ganz winzig und sassen z. Th. in hervorragenden kleinen Spitzen grösserer Papillen oder in Vertiefungen zwischen zwei Ausläufern von solchen. In der Zunge, in der nach *Wagner* etwas seinen Tastkörperchen Aehnliches sich zu finden scheint, sah ich in zwei Fällen keine Axenkörper, traf sie dagegen in einem dritten ziemlich hübsch in den *Papillae fungiformes* der Zungenspitze (ob sie in den hintern auch sich finden, weiss ich nicht), wogegen sie in den *Filiformes* und *Circumvallatae* fehlten. Sie sassen hier zu einem oder mehreren an der Spitze der Hauptpapille, ohne in die einfachen Ausläufer derselben sich zu erstrecken, und waren auch wohl wie am Boden eines von den einfachen Papillen umsäumten Endgrübchens enthalten.

Bezüglich auf den Verlauf der Nerven in der Haut, so bestätigt *Wagner* die von mir auch beim Menschen aufgefundenen Theilungen der Primitivröhren in den Endplexus, die ich neulich auch in der Hand, den Lippen und der Zunge sah, und behauptet ferner, dass wenigstens in der Handfläche nur die Papillen Nerven enthalten, die die beschriebenen Axenkörperchen besitzen, während dieselben der Gefässe entbehren. Anlangend die letztern wichtigen Punkte, so wissen Alle, die genauer mit der Untersuchung der Haut sich beschäftigt haben, dass bei Weitem nicht

in allen Papillen Nerven aufzufinden sind, es nahm jedoch, angesichts der Schwierigkeit der Auffindung der Nerven in einem derben Organe wie die Haut, Niemand hiervon Veranlassung, die althergebrachte Ansicht, dass jede Papille Nerven enthalte und mithin Gefühlswärzchen sei, zu verwerfen. *Wagner*, dem nach Beobachtung des scharf umschriebenen Axenkörpers der Papillen der Hand auffiel, dass derselbe nur in gewissen derselben sich fand, die zugleich auch Nerven zeigten, musste dies nahe liegen, und gelangte derselbe so zu der angeführten Behauptung. Was mich betrifft, so finde ich bei wieder aufgenommener und anhaltend fortgesetzter Untersuchung der Haut der Handfläche, dass in der That die Papillenspitzen oder selbständigen Papillen mit Axenkörpern in den meisten Fällen dunkelrandige Nerven sehr deutlich zeigen, allein hieraus möchte ich denn doch, vorläufig wenigstens, noch nicht den Schluss ableiten, dass die andern Papillen keine Nerven und nur Gefässe besitzen. Wenn man bedenkt, dass, wenn schon verhältnissmässig sehr selten, auch gefässhaltige Papillen der Hand ohne Axenkörper dunkelrandige Nervenröhren enthalten; ferner, dass auch an anderen Orten, wie an der Sohle, den Lippen, solche Papillen sich finden; endlich, dass die Untersuchung der Hautnerven eine sehr schwierige ist, so wird es gerathener ersheinen, sich in dieser Frage für einmal eines bestimmten Urtheiles zu enthalten, um so mehr, da die Möglichkeit vorliegt, dass ähnliche blasse marklose Nervenröhren, wie ich sie in der Haut der Maus entdeckte, auch beim Menschen sich finden. Immerhin bin ich nicht abgeneigt, darin *Wagner* beizustimmen, dass in der Handfläche fast nur die Papillen mit Axenkörpern dunkelrandige Nerven führen, denn es ist allerdings sehr auffallend dass in diesen Papillen die Nerven so leicht und sicher zur Anschauung kommen, was dagegen die allfällige Existenz von marklosen Fasern in den Papillen ohne Axenkörper betrifft, so ist es sicher verfrüht, sich hierüber zu äussern. Was die Gefässe anlangt, so ist es nicht richtig, wenn solche den Papillen mit Nerven unbedingt abgesprochen werden. Bei zusammengesetzten Papillen führen allerdings die Spitzen mit Axenkörpern und Nerven häufig keine Gefässe, andere Male enthalten jedoch auch sie eine Capillarschlinge, und noch häufiger ist dies bei den einfachen Papillen mit Nerven der Fall. In der Lippe enthalten die nervenhaltigen Papillen, mögen sie Axenkörper besitzen oder nicht, die meisten, vielleicht alle Gefässe, und finden sich verhältnissmässig nur wenige Papillen, in denen keine Nerven sichtbar zu machen sind. Die Zunge hat in den grösseren Papillen allen Gefässe und Nerven, dagegen habe ich bisher in den im Epithel vergrabenen einfachen Papillen keine Nerven finden können. — Wie die Nerven in andern als den genannten Hauttheilen sich verhalten, ist noch zu erforschen. Auffallend ist mir, dass man selbst an der Fusssohle so selten dunkelrandige Nerven in den Papillen selbst wahrnimmt, ja dass dieselben an manchen Orten selbst gar nicht zu finden sind. Weitere Forschungen werden zu ermitteln haben, wie weit dunkelrandige Nerven in den Papillen der Haut verbreitet sind, ob statt derselben vielleicht marklose Fasern sich finden, oder vielleicht an gewissen Orten die Nerven gar nicht in die Papillen eindringen, sondern mit den bekannten oberflächlichen Netzen an der Basis der Papillen enden.

Das Verhalten der dunkelrandigen Nerven in den Papillen der Hand anlangend, so irrt *Wagner*, wenn er behauptet, die von mir gezeichneten Nervenschlingen seien Blutgefässe. *Wagner* hat die Nerven der betreffenden Papillen nur unvollständig gesehen, vielleicht weil er mehr Natron zur Erforschung derselben anwandte, das dieselben leichter zerstört. Ich habe in der neuesten Zeit, wenn es mir auf die feinsten Verhältnisse ankam, nur Essigsäure gebraucht und hierbei Folgendes gesehen. Jede Papillenspitze oder Papille mit einem Axenkörperchen enthält in der Regel zwei, oder, wie dies an den Fingerbeeren häufig ist, vier dunkelrandige Röhren, die umgeben von Neurilem, das den bisherigen Beobachtern entgangen ist, als ein feines Nervenstämmchen von 0,006—0,012''' Breite stark geschlängelt durch die Axe der Papille bis zum untern Ende des Axenkörpers aufwärts ziehen Hier verliert sich der Nerv häufig dem Blicke, so dass man, wie es *Wagner* begegnet ist, zum Glauben verleitet werden kann, derselbe dringe in das Körperchen ein, das wie auf einem Stiele auf demselben sitze, und ende. Untersucht man jedoch viele frische, mit Essigsäure behandelte Präparate, so gewinnt man die bestimmte Ueberzeugung, dass dies nur Schein ist, dass vielmehr die Nervenröhren äusserlich an dem Axenkörperchen entweder bis zur Spitze der Papille, oder bis nahe an dieselbe heraufgehen. Indem sie dies thun, bleiben dieselben entweder beisammen

oder nehmen einen isolirten Verlauf an. In beiden Fällen wird ihr Neurilem äusserst fein, und scheint sich endlich ganz zu verlieren, und zeigen dieselben zu den Axenkörperchen ein verschiedenes Verhalten, indem sie entweder mehr geraden Weges, wenn auch geschlängelt an denselben heraufgehen (Fig. 54 *A*), oder, wie es besonders bei vier Nervenröhren häufig geschieht, dieselben mit einer oder einigen Spiraltouren umspinnen (Fig. 54 *B*). Ueber das eigentliche Ende der Nervenröhren kann ich auch jetzt nicht anders mich äussern als früher, indem ich auch jetzt wieder Schlingen mit aller Bestimmtheit in mindestens sechs Fällen gesehen zu haben glaube (Fig. 54). Die Beobachtung derselben ist jedoch sehr schwierig, und gelingt in vielen Fällen trotz aller angewandten Mühe nicht, und will ich daher, da Jeder irren kann, es Niemand verwehren, die Endigungsweise der Papillennerven noch für unausgemacht zu betrachten, oder an freie Endigungen zu glauben, die vielleicht auch vorkommen, wenigstens dem Scheine nach sehr häufig sich darbieten. Ich gebe was ich gesehen nach bestem Wissen, und bin eben so wenig auf Schlingen versessen, als ich in denselben ein Gespenst sehen kann. Das ist mir jedoch ausgemacht, dass *Wagner* die Nerven der Papillen nicht so weit als es möglich ist verfolgt hat, und daher, für einmal wenigstens, nicht beanspruchen kann, in dieser Sache ein entscheidendes Wort mitzureden. — Wie die Nerven in den Papillen der Lippen, der Zunge, und anderwärts ausgehen, habe ich noch nicht mit Bestimmtheit gesehen, nur das glaube ich auch für die erstgenannten Theile aussagen zu dürfen, dass dieselben nicht in den Axenkörpern enden, sondern an denselben entweder nur vorbeigehen oder sie umspinnen. In den Lippen fand ich in einem Falle hübsche Nervenknäuel in kleinen, oder an der Basis der grösseren Papillen.

§. 38.

Entwicklung der Cutis. Suchen wir uns aus ein Gesammtbild über die Entwicklung der Lederhaut im weitern Sinne beim Fötus zu entwerfen, so möchte es folgendes sein. Die Lederhaut besteht anfänglich aus Zellen, welche zwar nicht beim Menschen, aber bei Thieren (z. B. beim Frosch) leicht auf die ersten Bildungszellen der Embryonen zurückzuführen sind. Von diesen Zellen verwandelt sich ein guter Theil in Bindegewebe, indem dieselben spindelförmig werden, verschmelzen und in Fibrillenbündel übergehen und zwar findet dieser Vorgang allem Anscheine nach zuerst in der *Fascia superficialis*, dem Unterhautzellgewebe, dann in der *Pars reticularis corii* und zuletzt in der Papillenschicht Statt. Ein anderer Theil von Zellen wird zu Gefässen und Nerven, wie sich dies zum Theil auch beim Menschen, sehr schön bei Batrachiern (siehe meine Abhandlung in *Ann. d. sc. nat.* 1846), verfolgen lässt, ein dritter endlich gestaltet sich durch Vergrösserung und Fettbildung im Innern zu Fettzellen und elastischen Fasern (siehe oben §. 23). Sind einmal die ersten Anlagen aller Theile gegeben, so bilden sich dieselben auf zum Theil noch nicht genau ermittelte Weise weiter. Die Lederhaut wächst offenbar von innen nach aussen, so dass die Papillen zu allerletzt entstehen und sich entfalten, zum Theil durch Wachsthum ihrer ursprünglichen Elemente, zum Theil auf Kosten von Zellen, die vielleicht dem grössten Theile nach neugebildet sind und nicht von den ursprünglichen Bildungszellen herrühren. Die Fetthaut nimmt ebenfalls zu, theils durch Vergrösserung ihrer anfänglichen Zellen, theils durch Nachbildung anderer, so wie auch von Bindegewebe und Gefässen. So wächst die Haut auch nach der Geburt noch lange weiter (bei Kindern unter 7 Jahren z. B. ist die Lederhaut nach

Krause nur halb so dick als beim Erwachsenen), bis endlich, jedoch in einer noch unbestimmten Zeit, die Neubildung von Zellen und wohl viel später erst die Ausdehnung der schon gebildeten Elemente, der Zellen und Fasern u. s. w. aufhört. Die Fettzellen des Erwachsenen, an denen das Wachsthum besonders deutlich sichtbar ist, übertreffen nach *Harting* in der Augenhöhle zweimal, in der Handfläche dreimal die des Neugebornen, woraus sich auch ergibt, dass dieselben in Relation zu den Körpertheilen, denen sie angehören, sich vergrössern.

Die Haut ist bei zweimonatlichen Embryonen 0,006—0,01''' dick und einzig und allein aus Zellen gebildet. Im dritten Monat beträgt sie 0,06''' und hat schon ziemlich deutliches Bindegewebe. Im vierten Monat entstehen die ersten Fetttträubchen und die Leistchen der Hand und Sohle. Im sechsten Monat misst die Haut 0,6—0,7''' und bilden sich die Papillen. Vom siebenten Monat an verstärkt sich der *Panniculus adiposus* ungemein und wird bis zur Geburt relativ mächtiger als beim Erwachsenen.

§. 39.

Physiologische Bemerkungen. Suchen wir die mitgetheilten anatomischen Daten mit den Empfindungserscheinungen der Haut in Einklang zu bringen, so stossen wir auf bedeutende Schwierigkeiten. Die feinere Anatomie der Haut, wie sie jetzt vorliegt, muss sich als unfähig bekennen, in allen Papillen oder auch nur in der Mehrzahl derselben Nerven nachzuweisen, und doch ergibt das Experiment, dass, wenn auch nicht mit derselben Schärfe, doch alle Stellen der Haut empfinden. Ich hoffte, *Wagner*'s Behauptung von dem Mangel von Nerven in vielen Papillen experimentell in der Weise an mir prüfen zu können, dass ich mit einer feinsten englischen Nähnadel verschiedene Körpergegenden auf ihr Empfindungsvermögen untersuchte. Anfangs glaubte ich auch in der That gewisse Stellen ganz unempfindlich zu finden, während andere schon bei der leichtesten Berührung Empfindung verursachten, allein eine weitere Verfolgung der Versuche ergab, dass oft eine und dieselbe Stelle bald sensibel war, bald nicht, so dass ich schliesslich zum Resultate kam, dass alle kleinsten Stellen der Haut empfinden. Da nun schon in der Hohlhand die nervenhaltenden Papillen äusserst spärlich sind und anderwärts nur sehr selten, oder selbst gar nicht sich nachweisen lassen, so bleibt nichts anderes übrig, als entweder marklose Nervenröhren in allen Papillen anzunehmen, oder zu den Nervennetzen an der Basis der Papillen seine Zuflucht zu nehmen. Ich würde die letzte Erklärung unbedingt vorziehen, wenn nicht 1) auch diese Netze an vielen Orten so ungemein spärlich wären, und 2) schon die leichteste Berührung der Epidermis Sensation erzeugte, so aber glaube ich diese Frage vorläufig offen erhalten zu sollen.

Sind wir nicht im Stande zu sagen, wie es kommt, dass jeder Punkt der Haut empfindet, so erscheint es noch misslicher, an eine Erklärung für die verschiedenen Arten der Sensationen zu gehen. Immerhin lässt sich in dieser Beziehung Folgendes ganz allgemein aussagen.

Die Erregung der Nervenendigungen in den äussersten Cutistheilen und den Papillen ist eine directe oder indirecte. Erstere, wie sie z. B. bei entblösster Cutis, durch eindringende Instrumente und Flüssigkeiten Statt hat, ist eine viel intensivere, als die, welche durch die Oberhaut vermittelt wird, indem die letztere gewissermassen zum Schutz gegen zu bedeutende Eingriffe da ist, und dieselben, je nach ihrer grösseren oder geringeren Entwicklung, mehr oder weniger abstumpft. Es lässt sich nun zum Theil anatomisch erklären, warum die Feinheit und Lebhaftigkeit des Gefühls nicht überall gleich sind, geringer am behaarten Kopf, Rücken, den zwei obern Abschnitten der Extremitäten, als im Gesicht, an den Genitalien, an Hand und Fuss, Brust und Bauch. Einmal ist die Oberhaut, wo fein empfunden wird, *in toto* dünn, wie an den Lidern, im Gesicht, oder hat wenigstens eine dünne Hornschicht, wie am Penis, der Clitoris, während sie am Rücken und den Extremitäten zum Theil bedeutend dicker ist. Doch kann dieses Verhältniss nicht allein zur Erklärung ausreichen, da Theile mit dicker Epidermis, wie die Handfläche und Fusssohle, auch lebhaft und fein empfinden, lebhafter als andere mit dünnerem Ueberzug, wie der Hand- und Fussrücken. Es muss offenbar noch ein anderes Moment hier im Spiele sein, und dieses ist, wie mir scheint, dass die Haut nicht an allen Theilen gleich reich an Nerven ist. Schon der blosse Augenschein lehrt, dass die Nerven an der Handfläche und Fusssohle zahlreicher sind als am Hand- und Fussrücken; an der *Glans penis et clitoridis*, der Brustwarze, dem Gesicht häufiger als am Unterleibe, Rücken, Oberschenkel u. s. w. und dasselbe bestätigen meine Messungen der sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven z. Th. (siehe in meiner *Mikr. Anat. p.* 433). Mit der Zahl der Nerven steht dann auch die der bestimmt nachweisbaren dunkelrandigen Nerven in den Papillen und der oberflächlichen Nervenplexus im Zusammenhang, denn nirgends ist dieselbe bedeutender als an den Fingerbeeren, den Lippen, der Zungenspitze und der *Glans penis*. Was den Ortssinn der Haut anlangt, so liegt es der Anatomie besonders ob, darüber Aufschluss zugeben: 1) Warum man nicht an allen Stellen des Körpers bei einem einzigen angebrachten Reize den Punkt, wo derselbe wirkt, gleich genau und gut unterscheidet und 2) warum zwei zugleich wirkende Reize unter gewissen Verhältnissen doppelt, unter andern einfach empfunden werden (*Weber's* Versuch). — Meiner Meinung nach kann der *Weber*'sche Versuch nicht aus der Verbreitungsweise der peripherischen Nerven erklärt werden, sondern beruht höchst wahrscheinlich auf centralen Verhältnissen. Mir scheint es das Einfachste, anzunehmen, dass jede peripherische Nervenendigung im Stande ist, gereizt eine bewusste Empfindung zu veranlassen, dass aber — wegen der geringen Zahl der Nervenfasern (im grossen Hirn) welche dieselben mit dem Sitze des Bewusstseins verbinden, — wenn mehrere beisammenliegende oder auch entferntere Hautnervenenden getroffen werden, nur eine einzige bewusste Empfindung entsteht. Es müssten in diesem Falle die Nerven von scharf fühlenden Orten durch mehr intermediäre

Fasern mit dem Sitze des Bewusstseins verbunden sein, als die von andern und auch an den Enden dieser Fasern gleichsam ein Ineinandergreifen derselben statuirt werden. Bei Annahme dieser Theorie wäre dann auch der erste oben erwähnte Punkt erklärt. Ein localer Reiz wird zwar local gefühlt, allein je nachdem die getroffenen Nerven durch mehr oder weniger Leiter im Mark mit dem Gehirn verbunden sind, wird man auch die getroffene Stelle mehr oder weniger genau angeben können, wird man in den einen Fällen nur um $\frac{1}{2}$—1‴ sich irren, in den andern um 1—1 $\frac{1}{2}$″ und darüber.

E. H. Weber hat in seiner letzten ausgezeichneten Abhandlung über den Tastsinn zu beweisen gesucht, dass nur die Nervenendigungen in der Haut, nicht aber die Fasern in den Nervenstämmen, die Gefühle des Druckes, der Wärme und Kälte vermitteln, und die Vermuthung ausgesprochen, dass freilich noch unbekannte mikroskopische Tastorgane in der Haut sich befinden. *R. Wagner* glaubt nun in der That in seinen sogenannten Tastkörperchen diese Organe gefunden zu haben, und spricht auch schon die Ansicht aus, dass dieselben, welche er aus übereinandergeschichteten Häuten, welche in den Zwischenräumen eine sehr kleine Quantität von Flüssigkeit enthalten, gebildet glaubt, wie elastische Kissen, wie eine mit Wasser gefüllte Blase sehr geeignet seien, Eindrücke von der Oberhaut aus an ihrer gegen dieselbe gerichteten Spitze aufzunehmen, und zu den an und in ihnen liegenden Nervenenden fortzupflanzen. — Meiner Meinung nach lässt sich *Weber*'s Annahme von der grösseren Sensibilität der Nervenenden in der Haut kaum bezweifeln, dagegen ist *a priori* kein Grund einzusehen, warum zur Vermittlung derselben besondere noch unbekannte Organe vorhanden sein sollen; warum nicht ebensogut die schon von mir bezeichneten Momente: der mehr isolirte Verlauf der Nervenröhren in den Papillen und Endplexus, ihre Feinheit, oberflächliche Lage und die Zartheit oder der Mangel des Neurilems zur Erklärung vollkommen ausreichen. Dass *Wagner*'s sogenannte Tastkörperchen, meine Axenkörper, keine solchen Tastorgane im *Weber*'schen Sinne sind, ist leicht zu zeigen. Abgesehen davon, dass *Wagner*'s Angaben über ihren Bau nicht richtig sind, und dass die Nerven nicht in ihnen sich ausbreiten, sondern nur aussen an ihnen vorbeilaufen, um in manchen Fällen selbst über ihnen zu enden, finden wir, dass alle wesentlichen Functionen der Haut auch ohne solche Körperchen zu Stande kommen. Die Empfindung von Wärme und Kälte, der Wollust, des Kitzels, des Druckes, des Stechens, Brennens, Schmerzes, finden sich z. Th. an der ganzen Haut, z. Th. an Orten, wo solche Körperchen bestimmt fehlen, was zur Genüge zeigt, dass dieselben nicht im Entferntesten die Bedeutung haben, die *Wagner* ihnen zugeschrieben hat. Immerhin sind sie wohl nicht umsonst an den Stellen angebracht, an welchen das Gefühl für Druck am feinsten ist, die wir vorzüglich als Tastorgane gebrauchen, an den Fingerbeeren, der Zungenspitze, dem Lippenrande, und betrachte

ich dieselben als Theile, welche, vermöge ihrer Zusammensetzung vorzüglich aus derbem unreifem elastischem Gewebe, den Papillenspitzen eine gewisse Festigkeit verleihen und den Nerven als eine härtere Unterlage dienen, wodurch bewirkt wird, dass ein Druck, welcher an anderen Orten noch nicht im Stande ist, die Nerven zu comprimiren, hier einwirkt. Dieselben würden somit ähnlich den Phalanxknochen und den Nägeln nicht wesentlich und unumgänglich nothwendige Organe für die Druckempfindung und das Tasten sein, sondern nur diese Functionen zu einer grösseren Schärfe befähigen als sonst. Will man sie in diesem Sinne Tastkörperchen nennen, so habe ich nichts dagegen, nur sind dann die Phalangen und Nägel, die Fühlhaare der Thiere etc. mit demselben Rechte als Tastkörper zu bezeichnen.

Die Contractilität der Haut zeigt sich in der Runzelung des *Scrotum* und der *Penis*haut, der Erhebung der Brustwarze und der Bildung der sogenannten Gänsehaut, und zwar beruht dieselbe auf den oben beschriebenen glatten Muskeln der Haut, die, wie schon *Froriep*, dann *Brown-Séquard* und ich gefunden haben, auch auf Electricität sich zusammen ziehen, indem selbst beim Lebenden durch dieselbe die Gänsehaut, eine Erection der Brustwarze, und bei Hingerichteten eine Runzelung des *Scrotum* erzielt werden kann. Bei der Erection der Brustwarze durch gelindere mechanische Einwirkung verkleinert sich der ganze Warzenhof durch Wirkung seiner Kreisfasern und treibt so die Warze selbst, deren Muskelfasern in diesem Falle relaxirt zu sein scheinen, hervor; durch Kälte zieht sich die Warze und der Warzenhof zusammen und werden beide klein und hart. Die Gänsehaut, die in ganz localen Zusammenziehungen der um die Haarbälge gelagerten Hautpartieen, durch welche die Balgmündungen conisch hervortreten, besteht, erklärt sich einfach durch die von mir gefundenen Muskeln, die schief von den obern Theilen der Lederhaut in die Tiefe an die Bälge gehen, und, wenn sie wirken, die Bälge hervortreiben und die Gegenden, von denen die Muskeln herkommen, einziehen. — Die Annahme eines contractilen Bindegewebes muss ich für die Haut wie auch für andere Theile, wie ich schon früher ausgesprochen (*Mittheil. der zürcher naturf. Ges.* 1847, *pg.* 27) bestimmt verwerfen, weil die durch das Mikroskop in der Haut nachweisbaren glatten Muskeln, deren Contraction auf galvanische Reize das Experiment ergibt, alle Contractionserscheinungen der Haut genügend erklären.

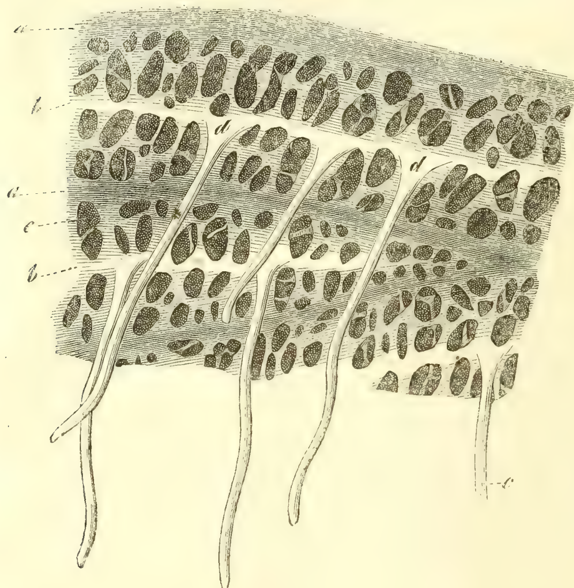
B. Oberhaut.

§. 40.

Die Lederhaut ist an allen Stellen von einer gefäss- und nervenlosen, einzig und allein aus Zellen gebildeten, halbdurchsichtigen Haut, der

Oberhaut, *Epidermis*, überzogen, die sich allen Vertiefungen und Erhabenheiten derselben genau anschmiegt und desswegen an ihrer innern Fläche das genaue Abbild der äussern Fläche der Lederhaut darbietet, in der Weise, dass, wo die letztere eine Erhabenheit zeigt, in ersterer eine gleichgeformte Vertiefung sich findet und umgekehrt. Auch an ihrer äussern Fläche wiederholt die Oberhaut in etwas die Gestalt der Lederhaut, indem wenigstens die bedeutenderen Erhebungen und Senkungen derselben, wie die Leisten der Handfläche und Fusssohle, die Furchen an den Gelenken, Muskelinsertionen u. s. w. auch in ihr, die letztern selbst stärker sich ausprägen, während allerdings die Papillen gar kein oder ein kaum erkennbares Vorteten derselben bewirken.

Fig. 55 A.



Die Oberhaut besteht aus zwei Lagen, die in chemischer und morphologischer Beziehung von einander abweichen und durch eine ziemlich scharfe Grenze von einander geschieden sind, nämlich aus der Schleimschicht und Hornschicht.

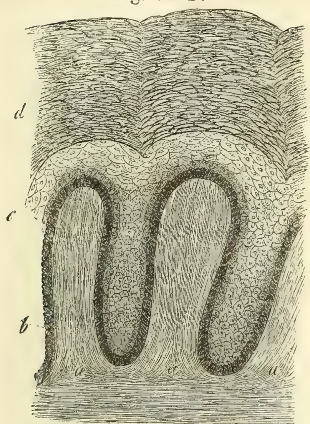
§. 41.

Die Schleimschicht, *Stratum Malpighii*, *Rete* oder *Mucus Malpighii* vieler Autoren, ist der innere unmittelbar an die Lederhaut stossende, fast überall wellenförmig verlaufende Theil der Oberhaut, der an vielen Orten schon dem blossen Auge durch seine weissliche oder in verschiedenen Nüançen braune Farbe von der Hornschicht sich unter-

Fig. 55 A. Oberhaut der Handfläche von innen. *a.* Riffe entsprechend den Furchen zwischen den Cutisleistchen, *b.* solche entsprechend den Furchen zwischen den Papillenreihen, *c.* Schweisskanäle, *d.* breitere Insertionsstellen derselben an der Oberhaut, *e.* Vertiefungen für die einfachen und zusammengesetzten Papillen.

scheidet und durch weiche, leicht zerstörbare, eigenthümlich gelagerte, kleine Zellen sich charakterisirt.

Fig. 55 B.



Die Form dieser Zellen, so wie ihre Lagerung, sind nicht an allen Orten gleich. Die innersten derselben (Fig. 55 *b*), die ohne dazwischen gelagerte freie Kerne oder halbflüssige Substanz in einfacher Lage unmittelbar der freien Fläche der Lederhaut aufsitzen, sind länglich wie Zellen des Cylinderepithelium und stehen senkrecht auf der Lederhaut; ihre Länge beträgt von 0,0033—0,006‴, ihre Breite 0,0025—0,003‴. Auf dieselben folgen an den meisten Gegenden unmittelbar länglichrunde oder selbst runde Zellen von 0,003—0,004‴ in mehrfacher Schicht, nur an einigen Orten, wie an Hand und Fuss, am freien Rande der Lider, an der Schleimschicht der Nägel und Haare (siehe unten), sind hie und da zwischen die runden und länglichen Zellen noch eine, zwei und selbst drei Lagen gleichfalls länglicher und senkrecht stehender Elemente eingeschoben, so dass dann die Schleimschicht der mehrfachen senkrecht stehenden Zellenlagen wegen bei stärkeren Vergrösserungen in ihren tiefsten Lagen ein streifiges Ansehen erhält. Dieses Verhältniss fällt um so mehr ins Auge, als die übrigen Elemente der Schleimschicht, je weiter man dieselben von den ersten runden Zellen an nach aussen verfolgt, um so mehr in einer andern Richtung sich verschmälern, nämlich horizontal sich abplatten (Fig. 55 *c*) und endlich in den obersten Schichten in 0,006—0,016‴ breite und lange 0,002—0,008‴ dicke Bläschen sich umgestalten. Zugleich nehmen dieselben in Folge gegenseitigen Druckes eine mehr oder weniger deutliche polygonale Gestalt an, die auch an isolirten Zellen zu erkennen ist.

Alle Zellen der Schleimschicht stimmen in ihrem Bau im Wesentlichen überein und sind mit Flüssigkeit prall gefüllte kernhaltige Bläschen. Ihre Membran ist blass, an den kleinsten oft schwer nachzuweisen, oft ganz deutlich, immer zart, an den grösseren stärker, jedoch bei weitem derjenigen der Zellen der Hornschicht nicht zu vergleichen. Der Inhalt ist nie ganz flüssig, aber auch, die gefärbte Oberhaut ausgenommen (siehe unten), normal nie mit grösseren Gebilden, Körnern oder Fetttropfen z. B.,

Fig. 55 B. Haut des Negers (vom Schenkel) im senkrechten Durchschnitt, 250 mal vergrössert. *aa.* Cutispapillen, *b.* tiefste, intensiv gefärbte Lage senkrecht stehender länglicher Zellen der Schleimschicht, *c.* obere Schleimschichtlage, *d.* Hornschicht.

versehen, sondern fein granulirt mit verschieden deutlich ausgeprägten Körnchen, die ohne Ausnahme in den äusseren Zellen spärlicher werden. Der Kern endlich ist in den kleinsten Zellen klein (0,0015—0,0025'''), in den grössern grösser (0,003—0,005'''), kugelig oder linsenförmig in den runden und abgeplatteten, länglich in den länglichen Zellen. In den grössern Zellen erscheint er deutlich als Bläschen, oft mit einem *Nucleolus* und liegt inmitten des Inhaltes central; in den kleinern ist er dem Anscheine nach mehr körnig oder homogen, ohne sichtbaren *Nucleolus*, und so gelagert, dass er nicht selten die Zellenwände da oder dort berührt.

§. 42.



Die Hornschicht, *Stratum corneum*, bildet den äussern halbdurchsichtigen, beim Weissen farblosen Theil der Oberhaut, der fast durchweg aus gleichmässig gebildeten, in Plättchen umgewandelten Zellen besteht. Die untersten Plättchen gleichen den obersten Zellen der Schleimschicht noch sehr, dagegen finden sich schon in der zweiten und dritten Lage, die bedeutend abweichenden Epidermis- oder Hornplättchen. Dieselben (Fig. 56. 1, 2, 3) sind wirkliche Plättchen von mässiger Dicke, die in den unteren und mittleren Theilen der Hornschicht eine noch ziemlich regelmässige polygonale, 4, 5 bis 6eckige Gestalt, und glatte Flächen besitzen, in den oberen Lagen dagegen unregelmässigere Umrisse annehmen, verschiedentlich sich krümmen und biegen und daher oft wie gerunzelt und gefaltet erscheinen. Diese Plättchen müssen als ganz abgeplattete und mit einer ganz geringen Menge einer zähen Flüssigkeit versehene Zellen und nicht, wofür ihr Ansehen zuerst spricht, als homogene, durchweg aus derselben Substanz gebildete Lamellen angesehen werden, denn sie quellen durch Zusatz verschiedener Reagentien, namentlich von Essigsäure und von Kali auf und nehmen die Gestalt

Fig. 56. Hornschichtplättchen des Menschen 350 mal vergrössert. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite. 3. Mit Wasser behandelt, granulirt und dunkler. 4. Kernhaltiges Plättchen, wie sie an der Aussenseite der *Labia minora* und an der *Glans penis* vorkommen.

von Bläschen an (Fig. 57); hierbei wird zugleich auch ersichtlich, dass in einigen wenigen derselben, jedoch lange nicht bei der Mehrzahl und namentlich in den mittleren und inneren Theilen der Hornschicht noch ein rudimentärer Kern in Gestalt eines platten, homogenen, rundlichen oder länglichen Körperchens von 0,003—0,004‴ Länge und 0,002—0,003‴ Breite vorkommt, das, besonders von der Seite gesehen, seiner alsdann dunkleren Contouren wegen leichter zu erkennen ist. — Die Grösse der Plättchen der gewöhnlichen Hornschicht variirt von 0,008—0,016‴ und ist in den äussern Lagen gewöhnlich etwas bedeutender als in den innern; am Körper des *Penis* messen die Zellen 0,008—0,012‴, an der *Glans* die grössten 0,016—0,02‴; an der äussern Seite der *Lab. minora* 0,012—0,02‴, an den *Lab. majora* 0,01—0,016‴. Diese letztgenannten grösseren Zellen haben alle deutliche Kerne und gleichen den Epithelialplättchen, z. B. der Mundhöhle und der *Vagina*, fast ganz (Fig. 56. 4).

Während das *Stratum Malpighii*, die obersten Zellenlagen ausgenommen, nur undeutlich geschichtet ist, findet sich in der Hornschicht durchweg eine deutliche Schichtung in der Weise, dass ihre Plättchen durch Aneinanderlagerung in der Fläche eine, je nach der Dicke der Hornschicht, verschiedene Zahl von Blättern bilden (Fig. 55). Von diesen Blättern, die jedoch nicht als scharf von einander getrennte einfache Zellenlagen gedacht werden dürfen, sondern in der Fläche unter sich zusammenhängen und nur zu mehreren, namentlich leicht an gekochter und macerirter Oberhaut, mit dem Messer darzustellen sind, zeigen die innersten eben so wie das *Stratum Malpighii in toto* betrachtet, überall wo Papillen sich finden, einen wellenförmigen Verlauf, springen an den Spitzen der Papillen nach aussen vor und senken sich zwischen dieselben nach innen ein. In besonders ausgezeichnetem Grade hat dies an allen den Stellen statt, wo sehr entwickelte Papillen und ein nicht zu dickes *Rete Malpighii* sich finden, besonders an der Handfläche und Fusssohle, indem hier (siehe die Figur bei den Schweissdrüsen) die Hornschicht so tief zwischen die Papillen eindringt, dass ihre untersten Zellen in einer Linie mit der halben Höhe der Papillen stehen; wo die Papillen kleiner sind, senkt sich die Hornschicht weniger zwischen dieselben hinein oder liegt selbst ganz eben auf dem *Stratum Malpighii*, was auch da der Fall ist, wo die Papillen fehlen. Demnach ist die Grenzlinie zwischen Hornschicht und *Stratum mucosum* auf senkrechten Schnitten bald eine gerade, bald eine Wellenlinie mit niedrigeren oder höheren Erhebungen und Senkungen. Die übrigen Theile der Hornschicht nehmen, je weiter sie von der Schleimschicht sich entfernen, einen um so weniger gebogenen Verlauf an, doch kann man nicht bloss an Hand und Fuss, wo bekanntlich die Leistchen des *Corium* auch äusserlich an der Oberhaut ausgeprägt sind, sondern auch noch an manchen andern Orten, an senkrechten Schnitten, in den obersten Lagen einen leicht welligen Verlauf der Blätter wahrnehmen und schon aus den einzelnen Erhebungen die Stellen

ersehen, wo in der Tiefe Papillen sitzen. — In den einzelnen Lamellen stehen die Plättchen zum Theil regellos, zum Theil wie um die Ausführungsgänge von Drüsen und Haarbälgen und an der Handfläche und Sohle auch um die Papillen herum, kreisförmig angeordnet, wie am leichtesten an den Mündungen der Schweissdrüsen zu sehen ist.

§. 43.

Die Farbe der Epidermis anlangend, so ist, wie schon erwähnt, beim Weissen die Hornschicht durchscheinend und farblos oder leicht ins Gelbliche spielend, die Schleimschicht gelblichweiss oder verschiedentlich bräunlich gefärbt. Am intensivsten bis zum schwarzbraunen gehend ist die Färbung im Warzenhofe und an der Brustwarze, vor allem beim Weibe zur Zeit der Schwangerschaft und bei Frauen die schon geboren, schon weniger an den *Lab. majora*, dem *Scrotum* und Penis, wo dieselbe übrigens sehr variirt, bald fast gänzlich fehlt, bald sehr deutlich ist, am unbedeutendsten in der Achselhöhle und um den After herum. Ausser diesen Stellen, die bei den meisten Individuen mehr oder weniger, bei dunklem Teint mehr als bei hellem, gefärbt sind, lagert sich dann noch an verschiedenen andern Orten, bei Schwangern in der *Linea alba* und im Gesicht (rhabarberfarbene Flecken), bei Individuen, die den Sonnenstrahlen mehr oder weniger ausgesetzt sind, im Gesicht, namentlich an Stirn, Kinn und Wangen, am Halse, dem Nacken, der Brust, dem Handrücken, Vorderarm, endlich bei solchen mit dunklem Teint fast über den ganzen Körper ein stärkeres oder schwächeres, oft sehr dunkles Pigment an, das ebenfalls im *Stratum Malpighii* wurzelt. Der Sitz dieser Färbungen sind nicht besondere Pigmentzellen, sondern die gewöhnlichen Zellen der Schleimschicht, um deren Kerne ein feinkörniger oder mehr homogener Farbstoff oder wirkliche Pigmentkörnchen abgelagert sind. Bei leichten Färbungen der Haut sind meist nur die Kerngegenden und zwar nur die der alleruntersten Zellenschicht betheiligt, so dass man auf senkrechten Hautschnitten die Papillen von einem gelblichen Saume begrenzt findet; dunklere Nüançen werden dadurch hervorgebracht, dass die Färbung auf 2, 3, 4 und mehr Zellenschichten und auf den ganzen Zelleninhalt sich erstreckt, theils beruhen sie auf dunklerer Färbung der tiefsten Zellenschicht, welche beiden Momente gewöhnlich mit einander vereint sind. Auch die Hornschicht der gefärbten Hautstellen ist nach *Krause* in den Wandungen der Zellen leicht gefärbt, was sich jedoch nur bei ihrer Vergleichung mit derjenigen ungefärbter Hautpartieen und nur an stärker gefärbten Stellen zeigt. — Beim Neger und den übrigen farbigen Menschenstämmen ist es ebenfalls nur die Oberhaut, welche gefärbt ist, während die Lederhaut sich ganz wie beim Europäer verhält, doch ist das Pigment viel dunkler und ausgebreiteter. Beim Neger (Fig. 55.), bei dem sich die Epidermis in Bezug auf Anordnung und Grösse ihrer Zellen ganz wie beim Europäer verhält, sind

die senkrecht stehenden Zellen der tiefsten Theile der Schleimschicht am dunkelsten, dunkelbraun oder schwarzbraun und bilden einen scharf gegen die helle Lederhaut abstechenden Saum. Dann kommen hellere, jedoch immer noch braune Zellen, welche besonders in den Vertiefungen zwischen den Papillen stärker angehäuft sind, jedoch auch an den Spitzen und Seitentheilen derselben in mehreren Lagen sich finden, endlich folgen an der Grenze gegen die Hornschicht braungelbe oder gelbe, oft ziemlich blasse, mehr durchscheinende Lagen. Alle diese Zellen sind mit Ausnahme der Membranen durch und durch gefärbt und zwar vor allem die um Kerne gelegenen Theile, welche in den innern Zellenschichten weitaus die dunkelsten Gegenden der Zellen sind. Auch die Hornschicht des Negers hat einen Stich ins Gelbe oder Bräunliche. — In der gelblich gefärbten Haut eines Malaienkopfes der anatomischen Sammlung in Würzburg finde ich dasselbe, was ein dunkelgefärbtes *Scrotum* eines Europäers darbietet. — Dem zufolge unterscheidet sich die Oberhaut der gefärbten Raçen in nichts Wesentlichem von der der gefärbten Stellen der Weissen und stimmt selbst mit derjenigen einzelner Gegenden (Warzenhof namentlich) fast ganz überein.

Pathologische Pigmentirungen der Oberhaut (Sommersprossen, Muttermäler etc.) verhalten sich nach *Simon*, *Krause*, *Bärensprung* und dem, was ich sah, ganz, wie die intensiver gefärbten Stellen der Weissen und wie Negerhaut. Wohl davon zu unterscheiden sind Pigmentirungen der Lederhaut und der Papillen, wie man sie in Narben, nach chronischen Hautentzündungen und manchmal, wie bei *Ichthyosis* und manchen *Naevis*, zugleich mit gefärbter Oberhaut beobachtet, bei denen das Pigment direct aus Blutkörperchen und ihrem Farbstoff sich entwickelt. Fälle von partiell oder total weissen Negern und schwarzen Europäern, nicht in Folge einer Veränderung des Klima's sondern durch einen angebornen oder nachträglich entstandenen abnormen Zustand der Haut werden viele gemeldet (vergl. *Hildebrandt-Weber II. pg.* 526, *Flourens Compt. rend. XVII)*, doch wird in der Zukunft wenigstens bei dunklern Färbungen der Europäer zu berücksichtigen sein, dass dieselben auch durch die abgelagerten Gallenfarbstoffe entstehen können.

§. 44.

Die Dicke der gesammten Oberhaut variirt ungemein, was besonders von der wechselnden Mächtigkeit der Hornschicht abhängt.

$^1/_{75}$ — $^1/_{50}$''' misst die Haut am Kinn, der Wange und Stirn, im äussern Gehörgange, an den Augenlidern;

$^1/_{50}$ — $^1/_{25}$''' am Nasenrücken, der Brust und Brustwarze beim Weibe, am Rücken der Zehen und Finger, am Halse und Rücken, an der innern und äussern Seite des Oberschenkels, am *Scrotum* und den *Labia minora;*

$^1/_{25}$ — $^1/_{16}$''' am Rande der Augenlider, an der Brust und Brustwarze beim Manne, der behaarten Kopfhaut, dem Kinn, Penis, *Praeputium* und der *Glans Penis*;

$^1/_{16}$ — $^1/_{10}$''' an dem rothen äussern Theile der Lippen, am Handrücken;

$\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{7}'''$ an der Beugeseite der Finger und Zehen;
$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}'''$ an der Handfläche;
$\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{3}'''$ an der Fusssohle, an welchen beiden letztern Orten die grössten Wechsel sich darbieten, abgesehen davon, dass die Haut in den Furchen und an den Gelenken dünner ist, als die der übrigen Gegenden.

Das Verhältniss der Schleimschicht und Hornschicht zu einander anbelangend, so finde ich an den einen Gegenden die erstere constant dicker als die letztere, und zwar im Gesicht an allen Stellen, in der behaarten Kopfhaut, am Penis, der Eichel, dem *Scrotum*, der Brustwarze und Brusthaut beim Manne, an den grossen und kleinen Schamlippen, am Rücken und Halse. Hier übertrifft die Schleimschicht, je nachdem man ihre Höhe von der Basis oder der Spitze der Papillen aus misst, die Hornschicht um das drei- bis sechsfache oder zwei- bis dreifache; an einigen der genannten Orte kommt jedoch auch das *Stratum Malpighii* an seinen dünnsten Theilen der Hornschicht gleich, wie an der Eichel. An den übrigen Körpergegenden sind entweder beide Schichten sich gleich, wie im äussern Gehörgang, und hie und da an der Beugeseite der zwei ersten Abschnitte der Extremitäten, oder die Hornschicht übertrifft die Schleimschicht um das zwei- bis fünffache, an den dicksten Stellen selbst um das 10- und 12fache.

Die absolute Dicke schwankt beim *Stratum Malpighii* (an der Basis der Papillen) zwischen 0,007 und 0,16'''; da wo dasselbe stärker ist als die Hornschicht, misst es im Mittel 0,04''', wo es schwächer ist 0,01 — 0,02'''. Die Hornschicht misst auf der einen Seite an vielen Orten nur 0,005''', an andern bis 1''' und darüber; wo sie das *Stratum Malpighii* übertrifft, beträgt sie meist 0,1 — 0,4''', wo sie demselben nachsteht 0,01'''.

§. 45.

Physikalische und chemische Verhältnisse. Die Oberhaut ist wenig elastisch, im lebenden Zustande biegsam und nicht leicht brechend, weicher in den tiefern als in den obern Schichten. Ihre Zellen enthalten weder in ihren Membranen, noch zwischen sich nachweisbare Poren (abgesehen von den Schweisscanälen und Haarbälgen, die mit ihren äussersten Theilen gewissermaassen in der Oberhaut ausgegraben sind), und bilden eine sehr feste, schwer durchdringliche Masse. Vielfache Versuche, namentlich von *Krause*, lehren, dass die Hornschicht der Oberhaut tropfbare Flüssigkeiten, die nicht chemisch auf ihr Gefüge einwirken, wie Mineralsäuren und caustische Alkalien, weder durch Poren, noch durch Imbibition, noch durch Endosmose und Exosmose durchdringen lässt, wohl aber dunstförmige oder sich leicht verflüchtigende Substanzen (Alcohol, Aether, Essigsäure, Ammoniak, Lösungen von Eisenchlorid in Aether, von essigsaurem Blei in Alcohol) aufnimmt oder abgibt (Hautdunst), welcher Schluss durch den nicht zu läugnenden Uebergang von

Wasser, tropfbar flüssigen Substanzen, Salben und selbst festen Körpern (Schwefel, Zinnober) durch die unverletzte Oberhaut nicht entkräftet wird, da in diesen Fällen ein mechanisches Eintreiben der Substanzen in und durch die Schweisscanäle und Haarbälge oder ein Eindringen derselben in Schweisscanäle und Mengung mit dem Schweisse die Resorption erklärt. Die Schleimschicht ist auf jeden Fall für tropfbar flüssige Substanzen leicht durchdringlich, was auch die pathologische Anatomie zur Genüge lehrt (Exsudate, die die Schleimschicht durchsetzen und die Hornschicht blasenförmig abheben, leichte Resorption nach Ablösung der Hornschicht und obersten Schleimschichtlage durch Vesicantien).

In chemischer Beziehung weiss man zwar wohl, wie die Zellen und Plättchen der Oberhaut gegen einzelne Reagentien sich verhalten, dagegen existirt noch keine ganz entsprechende Totalanalyse der Oberhaut mit Berücksichtigung ihrer zwei so verschieden beschaffenen Lagen, und sind auch die organischen in ihr vorkommenden Verbindungen nicht hinlänglich bekannt.

Der sogenannte Hornstoff, der die Membranen der Hornplättchen bildet, ist in Wasser unlöslich, in concentrirten Alkalien und concentrirter Schwefelsäure leicht löslich, daher auch die Haut, mit diesen Flüssigkeiten benetzt, sich schlüpfrig, fettig anfühlt, doch bleibt ein kleiner, in Alkalien unlöslicher Rückstand; auch concentrirte Essigsäure löst denselben, nachdem er vorerst gallertig geworden, auf, wodurch er von der Proteinverbindung der Haare sich unterscheidet. Sein Schwefelgehalt ist geringer als bei den Haaren und Nägeln, woher es auch rühren mag, dass Salze von Blei, Quecksilber und Wismuth nur die Haare, nicht aber die Oberhaut färben. Ausserdem findet sich nach *Mulder* in der Hornschicht eine gallertige Materie, die durch Auskochen mit Wasser erhalten wird und eine leimgebende Substanz sein soll. — Die Oberhaut fault nicht; sie schmilzt im Feuer ohne sich zu biegen oder aufzublähen und verbrennt mit klarer Flamme.

Für den Mikroskopiker ist besonders das Verhalten der Oberhaut gegen Reagentien wichtig, daher ich im Folgenden noch Einiges hierüber mittheile.

In Wasser löst sich die Oberhaut nach längerem Verweilen in demselben oberflächlich in einzelnen Partieen ab und zerfällt bei geringem Druck in ein weisses, aus den isolirten Hornplättchen und den obersten Zellen des *Rete Malpighii* bestehendes Pulver. In Wasser gekocht zerfallen Stücke der Hornschicht viel schneller in ihre Elemente. Mit concentrirter Essigsäure eine Viertelstunde bis 25 Minuten gekocht zeigen sich alle Hornplättchen vollständig isolirt, einen wolkigen weisslichen Satz im Reagenzgläschen bildend; dieselben sind ungemein blass, so dass man sie bei vollem Lichte oft kaum sieht, ferner ganz aufgequollen und in kugelrunde oder längliche, prallgefüllte, jedoch immer noch platte Bläschen von 0,02—0,032‴ Breite und 0,006—0,01‴ Dicke verwandelt, deren Kerne, wo sie vorkommen, ebenfalls blass und schwer wahrzunehmen sind. Die *Malpighi*'sche Schicht wird durch kalte concentrirte Essigsäure blass, die Zellen und Kerne treten deutlicher hervor, der Zelleninhalt löst sich theilweise auf; nach längerer Einwirkung sind die Contouren der untersten Zellenlagen nicht mehr zu sehen. Dasselbe geschieht nach 4 Minuten langem Kochen.

Kali und Natron *causticum* wirken auf verschiedene Weise ein, je nachdem sie concentrirt oder diluirt angewandt werden. Im letztern Falle wird gleich nach dem Zusatze die Hornschicht heller und aufgequollen und verwandelt sich in kurzer Zeit in ein prachtvolles Gewebe ovaler oder kugelrunder, kern- und körnerloser wasserheller Blasen mit scharfen, mässig dicken Contouren von 0,02—0,032''' Breite und 0,016—0,02''' Dicke. Concentrirt machen die caustischen Alkalien im Anfange die Plättchen kleiner, so dass sie nur noch 0,012—0,016''' messen, zugleich runzeliger, blass, aber mit scharfen dunklen Contouren; in einer Stunde quellen dieselben so auf, dass sie als Zellen sich zeigen, doch nehmen dieselben erst nach zwei bis drei Stunden das Ansehen der mit verdünnten Lösungen behandelten Plättchen an. Mit diesen Flüssigkeiten gekocht, quillt selbst trockne Hornschicht im Nu zu dem schönsten Gewebe körner- und kernloser Zellen auf (Fig. 57.), und zugleich sammelt sich der sich lösende, mit dem Alkali vermengte Zelleninhalt in grösseren und kleineren körnigen Massen in den Zellen an; nach 5⁰ langer Einwirkung der Hitze sind alle Zellen spurlos aufgelöst und in der Flüssigkeit schwimmen gelbliche und blasse Fetttröpfchen in nicht grosser Zahl. — Die Zellen der *Malpighi*'schen Schicht werden durch Alkalien noch mehr angegriffen als die der Hornschicht, quellen im ersten Momente auf und erscheinen deutlich als zarte Bläschen, lösen sich dann aber bis auf die obersten zwei oder drei Lagen auf, die gerade wie die der Hornschicht erst nach längerer Zeit, doch noch vor denselben zerfallen. Die Kerne aller Zellen widerstehen der Einwirkung dieses Reagens noch weniger als die Zellen, dagegen bleibt nach Auflösung der letztern eine granulirte oder streifige blasse Masse, wahrscheinlich zum Theil Fett zurück. Concentrirte Schwefelsäure macht die Hornschicht in fünf Minuten so aufquellen, dass ihre Elemente, obschon immer noch abgeplattet und unregelmässig, doch ganz deutlich als Bläschen erscheinen; nach einer halben Stunde sind dieselben noch etwas mehr ausgedehnt und leicht von einander zu isoliren. Durch Kochen mit der genannten Säure quellen schon in einer Minute die Plättchen ganz auf, ohne Kerne zu zeigen, und lösen sich in zwei Minuten spurlos auf. — Verdünnte Schwefelsäure macht beim Kochen die Hornschicht hart, durchscheinend und löst sie in 4—5⁰ gänzlich auf. Die Zellen des *Stratum Malpighii* werden durch kalte Schwefelsäure wenig verändert, beim Kochen werden ihre Contouren und Kerne anfangs deutlicher, dann aber löst sich in höchstens zwei Minuten das Ganze auf. — Salpetersäure färbt die Oberhaut gelb, macht sie weich und verwandelt sie in Xanthoproteinsäure. Die Zellen der Hornschicht quellen in der Kälte nach einiger Zeit etwas auf und werden granulirt, das *Stratum Malpighii* wird körnig und undeutlich und grenzt sich scharf von der Hornschicht ab. Beim Kochen löst sich in ½ Minute die ganze Oberhaut auf. — Salzsäure färbt die Haut nicht und macht in der Kälte die Hornschichtzellen etwas deutlicher als Salpetersäure. Nach minutenlangem Kochen wird die Hornschicht zum schönsten Zellengewebe, gerade wie nach Zusatz von verdünntem Kali. — In kohlensaurem Kali wird die Oberhaut fast gar nicht verändert. Nach 17 Wochen ist sie härter und mit dem Messer leicht schneidbar. — Salpetersaures Silberoxyd färbt die Oberhaut violett oder braunschwarz, durch Bildung von Silberoxyd, von Chlorsilber und schwarzem Schwefelsilber mit dem Kochsalz und Schwefel, das sie enthält. Mikroskopisch mit Hülfe von Essig-

Fig. 57.

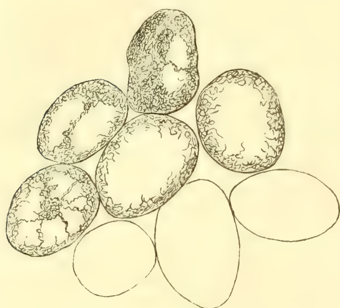


Fig. 57. Mit *Kali conc.* gekochte und aufgequollene Hornplättchen mit theilweise und ganz aufgelöstem Inhalt, 350 mal vergrössert.

säure untersucht, sieht man das Gewebe der Oberhaut ganz unverändert und zwischen ihren Elementen kleine dunkle Körnchen. Salpetersaures Quecksilber macht die Epidermis rothbraun, Schwefelalkalien braun und schwarz, viele Pflanzenfarben verbinden sich mit ihr. In Alcohol und Aether ist sie bis auf das wenige Fett, das sie enthält, unlöslich.

Aus Allem diesem ergibt sich mit Bezug auf die Elementartheile der Oberhaut das Resultat, dass dieselben durchweg Zellen sind, die jedoch, wie namentlich die Alkalien zeigen, nicht überall sich gleich verhalten. In der Schleimschicht sind dieselben wirkliche Bläschen und leicht löslich, in der Hornschicht schwer, und zwar hat man hier zu unterscheiden zwischen der schwieriger löslichen Zellmembran und dem leichter aufquellenden und schwindenden Zelleninhalt, welche zwar im natürlichen Zustande ein scheinbar gleichartiges einfaches Plättchen bilden, aber durch Reagentien sich sehr leicht in ihrer Verschiedenheit darstellen. In welchen Theilen die gefundene geringe Menge leimartiger Substanz ihren Sitz hat, ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen, vielleicht macht dieselbe einen Theil des Inhaltes, namentlich der Schleimschichtzellen aus, oder gehört einer freilich mikroskopisch nicht nachzuweisenden Zwischensubstanz zwischen den Zellen an. Ist das Fett der Epidermis nicht blos anhängendes, von den Hautsecreten herrührend, so müsste es wohl in die *Malpighi*'schen Zellen verlegt werden.

Schon *Bruns*, *Todd* und *Bowman*, *Valentin* und *Bruch* empfehlen die Alkalien zur Untersuchung der Epidermisgebilde, doch sind dieselben erst von *Donders* (*Mulder's phys. Chemie, pg.* 527 u. flgd. und *Holländische Beiträge I. u. II.*) in ihrer ganzen Wichtigkeit gewürdigt worden. Jetzt sind dieselben als zur Untersuchung der Horngebilde namentlich ganz unentbehrliche Reagentien allgemein anerkannt, doch möchte mit *Paulsen* (*Obs. microchem. etc. Dorpat* 1848) und *Reichert* (*Müll. Arch.* 1847 *Jahresber.*) zu empfehlen sein, sich immer nur ganz bestimmter Lösungen zu bedienen. Auch kann ich es als sehr zeitersparend anrathen, die zu untersuchenden Gebilde mit den erwähnten und andern Reagentien in Reagenzgläschen in der Wärme zu behandeln, wie ich es schon bei Untersuchung der Holzfaser bei den Thieren (*Annal. d. sc. natur.* 1846) gethan.

§. 46.

Wachsthum und Regeneration. Die Oberhaut besitzt kein auf innern Ursachen beruhendes, in den Lebensverhältnissen ihrer Zellen oder dem der Lederhaut begründetes, beständig andauerndes Wachsthum, und ist eigentlich ein stabiles Gebilde, das in seinen Elementartheilen nicht wechselt, sondern, ähnlich etwa einem Knorpel, alle seine Lebensenergie dahin richtet, sich im Ganzen (Dicke der ganzen Oberhaut, Verhältniss des *Rete Malpighii* zur Hornschicht) und in seinen einzelnen Theilchen immer gleich zu erhalten. Da nun aber eine Entfernung der äussern Schichten, wenn auch nicht mit Nothwendigkeit, doch zufällig über den ganzen Köper in bedeutenderer oder unbedeutenderer Weise fast immer vorkömmt, so ist die Oberhaut doch so zu sagen beständig in dem Ersatze des Verlorenen begriffen oder wachsend, und gibt sich auch ihr vegetatives Leben auf eine merklichere Weise kund. Mag nun das eine oder das andere stattfinden, so sind es die Lederhaut und ihre Gefässe, aus denen die Flüssigkeiten stammen, welche die Oberhaut bedarf. An jedem Orte durchzieht, so dürfen wir annehmen, entsprechend dem anatomischen und physiologischen Verhalten der Gefässe der *Cutis* und der Dicke der Oberhaut, eine gewisse bestimmte Menge von *Plasma* die letztere, welches,

wenn sie nicht wächst, abgesehen von dem mehr Wässerigen, das zur Bildung des Hautdunstes dient, einfach ihre Zellen und Plättchen erfüllt und lebenskräftig erhält und höchstens zeitenweise stärkere Pigmentansammlungen im *Rete Malpighii* bedingt. Werden dagegen ihre äussern Lagen entfernt, so wird gewissermaassen *Plasma* frei und verwendbar und dann tritt Regeneration ein, welche, wenn sie beständig fortgeht, auch Wachsthum heissen kann. Bei diesem zeigt sich das vegetative Leben der Epidermiszellen am deutlichsten, namentlich im *Rete Malpighii,* wo es auf jeden Fall am intensivsten ist, besonders durch Vermehrung der Zellen, Wachsthum derselben und durch chemische Umwandlungen sich äussernd. In der Hornschicht sind die Erscheinungen weniger hervortretend, doch ist auch sie selbst in den obersten Schichten keineswegs als unthätig anzusehen, keine abgestorbene Materie, wie am Besten daraus hervorgeht, dass sie unter gewissen Verhältnissen, nämlich bei abnormen Zuständen der Lederhaut oder der Quelle, aus der sie sich ernährt, bald hypertrophirt, bald ganz abstirbt. Eine genauere Einsicht in das Leben der Epidermiszellen ist uns jedoch noch nicht vergönnt, und daher sind wir auch nicht im Stande zu entscheiden, welche der von ihnen dargebotenen Erscheinungen auf Rechnung ihrer eigenen Thätigkeit oder derjenigen der Beschaffenheit des sie ernährenden *Plasma's* kommen. Das letztere ist auf jeden Fall von der grössten Bedeutung für die Epidermis und es ist mehr als wahrscheinlich, dass die meisten ihrer eigenthümlichen Verhältnisse, wie ihre typisch verschiedene Dicke an verschiedenen Körpergegenden, das verschiedene Verhalten des *Stratum Malpighii* zur Hornschicht, ihre pathologischen Zustände auf quantitativen und qualitativen Abweichungen desselben beruhen. Wovon es ferner abhängt, dass in der *Malpighi*'schen Schicht die Veränderungen der Zellen viel bedeutender sind als in der Hornschicht, deren Elemente sich alle so ziemlich gleichen, ist ebenfalls noch nicht klar, eben so wenig als die Ursache der ziemlich scharfen Grenze zwischen beiden Schichten, ein Verhältniss, das beim Nagel in noch auffallenderer Weise sich zeigt und zur Annahme zwingt, es gehe bei der ersten Bildung und bei dem Wachsthume der Epidermis und des Nagels an Einem Punkte auf einmal eine sehr bedeutende Veränderung mit ihren Zellen vor, was eben ihr Zerfallen in zwei Lagen bedinge.

In der tiefen Hautfalte, die die *Glans penis et clitoridis* umgibt, hat eine beständige Abstossung und Neuerzeugung der hier weichen und kernhaltigen Epidermisschüppchen statt, wodurch ein besonderes Secret, die Vorhautschmiere, *Smegma praeputii*, erzeugt wird. Dieses Secret wurde bisher fast allgemein als von den Vorhautdrüsen abgesonderter Hauttalg angesehen, allein mit Unrecht. Die mikroskopische Untersuchung ergibt 1) dass beim weiblichen Geschlechte, wo doch ganz constant *Smegma praeputii* da ist, Talgdrüsen (und andere Drüsen) am *Praeputium* und der *Glans clitoridis* gänzlich fehlen; 2) dass auch beim Manne, bei dem zwar solche Drüsen sich finden, dieselben gewöhnlich im Verhältnisse zur Menge des *Smegma* spärlich, oft nur zu einzelnen wenigen vorkommen; 3) endlich, dass das *Smegma* bei beiden Geschlechtern vorzugsweise aus Zellen von derselben Form, wie die des *Praeputium* und der *Glans penis et clitoridis,* besteht, woraus, zusammen-

gehalten damit, dass dasselbe beim Manne namentlich meist deutlich von übereinander liegenden Blättern gebildet wird und continuirliche, die ganze Vorhaut überziehende Lagen darstellt, während doch die Talgdrüsen nur vereinzelt vorkommen, ganz einfach folgt, dass das *Smegma* vorzüglich losgestossene Epidermis ist, womit jedoch natürlich nicht gesagt sein soll, dass beim Manne nicht auch der Vorhauttalg, nach Maasgabe der Zahl und Grösse der Tyson'schen Drüsen an der Bildung dessen, was man gemeinhin *Smegma* nennt, sich betheilige. Hier hätten wir also wirklich eine beständige Lostrennung der äussern und Neubildung der innern Epidermisschichten, allein hier waren auch besondere Zwecke zu realisiren, an welche anderwärts nicht zu denken. Die Vorhautfalte ist nämlich mit einer Drüse zu vergleichen; wie diese sehr oft nur dadurch ein Secret bilden, dass sie Zellen, die sie auskleiden, beständig abstossen (Talgdrüsen z. B.), so auch die Vorhaut, von der noch ausserdem zu erwähnen ist, dass sie bei manchen Geschöpfen, z. B. dem Wiesel, dem Biber (*E. H. Weber*), ohne den Charakter, den sie beim Menschen besitzt, im Wesentlichen zu verändern, einen eminent drüsenartigen Charakter annimmt und auch beim Menschen ein Secret liefert, das von gewöhnlicher Epidermis bedeutend verschieden ist. Die gelbliche, fettige, scharfriechende Vorhautschmiere des Menschen enthält nämlich nach *Lehmann* getrocknet in 100 Theilen: Aetherextract 52,8, Alcoholextract 7,4, Wasserextract 6,1, Erdsalze 9,7, eiweissartige, in verdünnter Essigsäure lösliche Substanz 5,6, unlöslichen Rückstand 18,5. Im ätherischen Extract waren verseifbare Fette, Cholestearin, ein nicht verseifbares, nicht krystallisirbares Fett und Gallenstoff enthalten. Im *Smegma* des Pferdes fand sich ungefähr dasselbe und unter den Salzen oxalsaurer Kalk, während beim Menschen phosphorsaure Ammoniaktalkerde vorkam. Im wässerigen Auszug war weder Eiweiss noch Casein enthalten.

Eine Häutung oder Abstossung der gesammten Hornschicht der Oberhaut in ausgedehnterem Grade, wie sie beim Embryo und bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen, ausser bei gewissen Krankheiten, nicht. Dagegen zeigt sich die Regenerationsfähigkeit derselben auch noch in anderer als in der oben geschilderten Weise. Ausgeschnittene Oberhautstückchen nämlich ersetzen sich sehr leicht und ziemlich rasch, sobald die Lederhaut nicht verletzt ist, und zwar nicht durch unmittelbare Ablagerung von Oberhaut in die Wunde, sondern nur durch Nachwachsen der ganzen Oberhaut aus der Tiefe. Ist die Lederhaut mit verletzt, so bildet sich zwar auf der sie ersetzenden Narbensubstanz wieder eine Oberhaut, allein ohne die frühern Furchen und Erhabenheiten an der innern und äussern Oberfläche, weil auch die neue *Cutis* keine Papillen und Leistchen besitzt. Ist die Oberhaut durch scharfe Substanzen, *Tartarus stibiatus* z. B., kurze Einwirkung höherer Wärmegrade u. s. w. in Blasen abgehoben, so heilt die Wand der letzteren, welche aus der Hornschicht und einigen Zellenlagen der Schleimschicht besteht, nie mehr an, sondern es bildet sich nach und nach aus der Hauptmasse der Schleimschicht, die meist auf den Papillen liegen bleibt, eine neue Hornschicht.

Frägt man nach den genaueren Verhältnissen der Regeneration der Oberhaut, so kann vorerst darüber kein Zweifel sein, dass dieselbe ihren Sitz in der *Malpighi'schen* Schleimschicht hat, indem Substanzverluste der Hornschicht, z. B. ein ausgeschnittenes Stück, sich nicht durch Bildung eines neuen Stückes in der durch das verlorengegangene entstandenen Lücke, sondern bei ganz gleichbleibender Wunde durch von innen her nachwachsende Hornschicht ersetzen, welche allmälig den Boden der Wunde nach aussen treibt und endlich mit der übrigen Oberhaut, die zugleich im Umfange der Wunde durch den Druck, den sie von dem nachwachsenden Stück zu erleiden hat, nach aussen sich umlegt und abblättert, in ein gleiches Niveau bringt. Der Grund dieser Erscheinung ist einfach darin zu suchen, dass die gefässlose Oberhaut die Substanzen, die sie zu ihrer Ernährung und ihrer Regeneration bedarf, von den Gefässen der Lederhautoberfläche bezieht. Schwieriger ist auszumitteln, von welchen Theilen der *Malpighi'schen* Schicht die Regeneration ausgeht. Würde unmittelbar auf der äussern Fläche der

Lederhaut eine Lage von Cytoblastem und von freien Kernen sich finden, wie mehrere Autoren annehmen, so könnte man unbedingt der Ansicht derer beipflichten, die die Oberhaut durch freie Zellenbildung in den innersten, an die *Cutis* stossenden Schichten wachsen lassen; allein ein solches Cytoblastem und freie Kerne existiren, wie wir sahen, nicht, vielmehr ist das *Stratum Malpighii* auch zu innerst ohne Ausnahme von ganz vollkommenen Zellen gebildet; eben so wenig findet sich von freier Zellenbildung höher oben in der *Malpighi*'schen Schicht irgend eine Spur und es bleibt daher nichts anderes übrig, als eine endogene Zellenbildung um Inhaltsportionen in ihren tiefsten rundlichen Zellen oder eine Vermehrung derselben durch Theilung zu statuiren, für welche Annahme auch das hie und da zu beobachtende Vorkommen von zwei Kernen in den weicheren Epidermiszellen spricht. — Leichter ist anzugeben, wie bei dem Wachsthum der Oberhaut die jüngsten Epidermiszellen in Hornplättchen sich umwandeln. Es werden nämlich die kleinen und rundlichen Bläschen der tiefern Lagen des *Mucus Malpighii*, je weiter sie nach oben rücken, um so grösser und platter, bis sie endlich zu ganz flachgedrückten Plättchen sich gestalten. Hierbei wachsen ihre Kerne anfänglich etwas, verschwinden dann aber in der Hornschicht in der Regel ganz, während der in der Schleimschicht granulirte, von der Zellmembran deutlich geschiedene und wahrscheinlich halbflüssige Zelleninhalt in der Hornschicht homogen und fester wird und mit der Zellmembran verschmilzt. — Zugleich ändern sich die Membranen in chemischer Beziehung und werden in caustischen Alcalien immer unlöslicher.

§. 47.

Entwicklung der Oberhaut. Die ersten Epidermislagen entstehen bei Säugethieren durch Umwandlung der oberflächlichsten der ursprünglichen, junge Embryonen zusammensetzenden Bildungszellen. Sind einmal das *Stratum Malpighii* und die Hornschicht in ihren ersten Andeutungen gegeben, so nimmt das erstere durch Vermehrung seiner Elemente immer mehr an Dicke zu, während die Hornschicht behufs ihrer eigenen Massenzunahme und zum Ersatze dessen, was sie durch Abschuppung verliert, gerade wie beim Erwachsenen aus demselben sich rekrutirt. Wie die Zellenvermehrung im *Rete Malpighii* vor sich geht ist nicht direct beobachtet, auf keinen Fall jedoch durch freie Zellenbildung, da bei Embryonen jeglichen Alters die Schleimschicht durch und durch aus Zellen besteht und freie Kerne gänzlich fehlen. Die Ausdehnung der Oberhaut in die Fläche anlangend, so ergibt sich, wie *Harting (Recherch. micrométr. pg. 47)* richtig bemerkt, daraus, dass die Epidermisschüppchen des Fötus und Erwachsenen in der Grösse ihrer Oberfläche sehr wenig differiren, dass dieselbe nur dem geringsten Theile nach auf Rechnung der Vergrösserung ihrer Elemente zu setzen ist. In der That messen die Hornplättchen des Embryo von 15 Wochen schon 0,009—0,012''', im sechsten Monate 0,01—0,012''', im siebenten 0,01—0,014''', beim Neugebornen 0,012—0,016''', beim Erwachsenen 0,008—0,016'''. Da man nun in Berücksichtigung der Beschaffenheit der Hornschicht nicht wohl annehmen kann, dass sie dadurch sich ausdehnt, dass von unten her beständig neue Schüppchen zwischen ihre Elemente sich einschieben oder ihre Plättchen sich selbständig vermehren, und für das *Rete Malpighii*, dessen Zellen ebenfalls nicht an Grösse zunehmen, ohnehin eine Vermehrung der Zellen in der Fläche statuirt werden muss, so scheint es mir nicht

anders möglich, als entsprechend dem grossen Flächenwachsthum der *Cutis* und des *Rete Malpighii* und der geringen Ausdehnungsfähigkeit der Hornschichtlagen eine Reihe von Desquamationen der letztern anzunehmen, welche mithin, wenn meine Annahme richtig ist, auch noch nach der Geburt nachzuweisen sein müssten.

Ich finde bei einem Embryo von fünf Wochen als Vertreter der Oberhaut nichts als eine äussere Lage polygonaler Zellen von 0,012—0,02''' Durchmesser und eine innere Schicht kleiner Zellen von 0,003—0,004'''. — Bei Embryonen von 15 Wochen ist die Oberhaut 0,01—0,012''' dick und wie vorhin zusammengesetzt, nur dass die tiefere der Schleimschicht entsprechende Zellenlage oft schon doppelt ist, und die äusseren Zellen nur 0,009—0,012''' messen.

Im fünften Monate beträgt die Oberhaut in einem Falle an der Ferse und dem Ballen der Hand 0,02—0,024''' über den Leistchen der *Cutis*, 0,036—0,04''' in den Furchen zwischen denselben, am Rücken 0,02 — 0,024''', von welchen Grössen 1/3 auf die Hornschicht und 2/3 auf das *Rete Malpighii* kommen. Bei einem etwas älteren Embryo hält sie an der Ferse 0,06—0,064''' (Schleimschicht 0,05, Hornschicht 0,01—0,014'''), an der Handfläche 0,05''' (Schleimschicht 0,04, Hornschicht 0,01'''), dem Rücken 0,02—0,024''' (Schleimschicht und Hornschicht gleich stark). Die Schleimschicht bestand aus mehreren Lagen kleinerer Zellen, von denen die untersten schon länglich waren und senkrecht standen, die Hornschicht aus mindestens zwei Lagen polygonaler platter Zellen mit runden Kernen.

Im sechsten Monate ist die Oberhaut an der Brust 0,02—0,022''', in der Handfläche 0,06''', an der Fusssohle 0,07''' dick und besteht überall aus vielen Zellenlagen. Die 1 oder 2 äussersten derselben führen kernlose Hornplättchen von 0,01—0,014''', denen der äusseren Hornschichtlagen der Erwachsenen ganz gleich, dann folgen 3—4 Lagen polygonaler Zellen, die grössten von 0,01—0,012''', mit Kernen von 0,004''', endlich eine Schleimschicht, deren Dicke die Hälfte oder zwei Fünftheile derjenigen der ganzen Haut beträgt, mit wenigstens 3 oder 4 Lagen rundlicher Zellen von 0,003—0,004''', von denen die untersten etwas länglich sind und senkrecht auf der *Cutis* stehen.

Im siebenten Monate finde ich bei einem ersten Embryo die Oberhaut an der Ferse 0,12''' (Schleimschicht 0,072, Hornschicht 0,048'''), am Rücken 0,07''' (Schleimschicht 0,04, Hornschicht 0,03''') dick, bei einem zweiten misst dieselbe an der Ferse 0,12—0,14''' (Schleimschicht 0,05—0,06''', Hornschicht 0,07—0,08'''), am Knie 0,046—0,064''' (Schleimschicht 0,016—0,024''', Hornschicht 0,03—0,04'''). Beide Epidermislagen sind scharf von einander geschieden, gerade wie beim Erwachsenen, und ihre Elemente denen der ausgebildeten Oberhaut gleich, namentlich auch die untersten Theile des *Stratum Malpighii* und die Plättchen der Hornschicht, die kernlos sind und in den obern Schichten 0,01—0,014''' messen.

Beim Neugebornen ist, abgesehen von der Dicke der Oberhaut, die in einem Falle an der Ferse 0,1—0,11''' (Schleimschicht 0,04—0,05''', Hornschicht 0,06''') betrug, noch weniger etwas Eigenthümliches aufzufinden, ausgenommen, dass die Haut durch Maceration u. s. w. viel leichter als beim Erwachsenen von der Lederhaut sich löst. Die kernlosen Hornplättchen messen 0,012—0,016''', an den *Labia minora*, wo sie Kerne führen, 0,016—0,02'''.

Während des embryonalen Lebens kommt eine vielleicht mehrmals wiederholte Abschuppung der Oberhaut vor. Eine solche betrifft wahrscheinlich die zu allererst auftretende Lage polygonaler Zellen, die im zweiten bis vierten Monate in ein fast structurloses Häutchen sich umbilden und dann nicht mehr aufzufinden sind, vielleicht auch die Epidermislage, welche die noch nicht durchgebrochenen Haarspitzen deckt (siehe unten bei den Haaren), und ist in der zweiten Hälfte der Fötalperiode als ein energisch vor sich gehender Process mit Leichtigkeit nachzuweisen. Vom fünften Monate an nämlich findet sich eine immer mehr zunehmende Ablösung der äussersten Epidermiszellen, welche, indem sie an den meisten Orten

mit dem um diese Zeit ebenfalls zuerst sich ausscheidenden Hauttalge sich vermengen, die sogenannte Fruchtschmiere, *Smegma embryonum*, oder den Käsefirniss, *Vernix caseosa*, darstellen. Diese ist eine weissliche oder gelbliche, geruchlose, schmierige Masse, welche namentlich vom sechsten Monate an die ganze Oberfläche des Fötus mit einer oft beträchtlich dicken, selbst geschichteten Lage überzieht und namentlich an den Genitalien, den Beugeseiten der Gelenke (Achsel, Knie, Weichen), der Sohle, dem Handteller, dem Rücken, Ohr, dem Kopfe in grössern Mengen sich vorfindet, und mikroskopisch untersucht vorwiegend aus Epidermiszellen, dann aus Talgzellen und aus Fettkügelchen besteht. Nach *Davy (Lond. Med. Gaz. March.* 1844*)* enthält die Fruchtschmiere in 100 Th. 5,75 Olein, 3,13 Margarin, also 8,88 Fett, das übrige, 91,12%, kommt auf die Epidermisschüppchen, denn da die *Vernix caseosa* kein freies Fluidum enthält, so müssen die von *Davy* gefundenen 77,87% Wasser zu den 13,25% fester Substanz der Epidermiszellen hinzugezählt werden. Dieses letztere gilt auch von der Analyse von *Buek (De vernice caseosa, Halis* 1844*)*, der in 100 Theilen 10,15% Fett, 5,40 Epithel und 84,45 Wasser, demnach 89,89 Epithel auffand und ausserdem noch in zwei Fällen, in denen das Wasser nicht besonders bestimmt wurde, 14,80% und 9,31% Fett und mithin 86,20 und 89,69 feuchtes Epithel nachwies. Das Fett der Fruchtschmiere enthält nach *Buek* kein Cholestearin, wie es von *Fromherz* und *Gugert* angegeben worden war, sondern Oleinsäure und entweder Stearin- oder Margarinsäure, welche wahrscheinlich nicht frei, sondern mit Glycerin verbunden sind, was ebenfalls für seinen Ursprung aus den Talgdrüsen spricht, in denen normal kein Cholestearin sich bildet. *Lehmann* fand (l. c.) in der trocknen *Vernix c.* eines fast ausgetragnen Fötus: Aetherextract 47,5%, Alcoholextract 15,0, Wasserextract 3,3, Essigsäureextract (Erdphosphate und eiweissartige Substanz) 4,0, Epidermis und Lanugo 23,7. Im ätherischen Extract fehlte die Gallenreaction, und die frische *Vernix* enthielt sehr viel Wasser, das wie überhaupt wohl grösstentheils aus dem Amnioswasser in ihre Zellen gelangt sein möchte. — Das *Smegma* tritt in der Regel im sechsten Monate auf, wechselt in Bezug auf seine Menge sehr und ist bei Neugeborenen namentlich bald sehr mächtig entwickelt (an Menge bis 3½ Drachmen betragend, *Buek)*, bald fast ganz fehlen, in welch letzterem Falle dasselbe entweder dem Amnioswasser, das in der That oft Epidermiszellen und auch Fett *(Mark* in *Heller's Archiv,* 1845. *pg.* 218*)* enthält, sich mitgetheilt oder von vornherein weniger ausgebildet haben könnte. Nach der Geburt stösst sich das Smegma in Zeit von zwei bis drei Tagen ab und es tritt die bleibende Oberhaut zu Tage, über deren weitere Veränderungen bis zur Körperreife wenig mitzutheilen ist. Beim viermonatlichen Kinde beträgt die Oberhaut

	Epidermis in toto.	*Rete Malp.*	Hornschicht.
an der Ferse	0,26‴	0,12‴	0,14‴
am Fussrücken . . .	0,048—0,06‴	0,032—0,04‴	0,016—0,02‴
an der Handfläche . .	0,07—0,1‴	0,04—0,07‴	0,03‴
am Fingerrücken . .	0,056—0,07‴	0,04—0,05‴	0,016—0,02‴

woraus verglichen mit dem Erwachsenen hervorgeht, dass die Epidermis des Säuglings unverhältnissmässig dick ist, und dass diese Dicke besonders auf Rechnung des *Rete Malpighii* kommt, während die Hornschicht nur wenig entwickelt sich zeigt. Das Pigment des *Rete Malpighii* entsteht bei den gefärbten Menschenraçen erst nach der Geburt. *P. Camper (Kleinere Schriften* 1782, *Bd. I. St.* 24*)* sah ein bei der Geburt röthlich und kaum verschieden von dem eines Europäers gefärbtes Negerkind sehr bald an den Rändern der Nägel und um die Brustwarze sich schwarz färben. Am dritten Tage färbten sich auch die Zeugungstheile und am fünften und sechsten verbreitete sich die Schwärze schon über den ganzen Körper. Auch bei Europäern ist bei der Geburt das Pigment des Warzenhofes und der andern früher erwähnten Stellen noch nicht vorhanden und bildet sich erst im Laufe der ersten Jahre nach und nach, so dass es beim zwei bis drei Monate alten Kinde nur in den ersten Anflügen vorhanden ist.

Zur Untersuchung der Haut dienen senkrechte und horizontale Schnitte frischer, getrockneter und gekochter Präparate, welche mit einer indifferenten Flüssigkeit oder mit verschiedenartigen Reagentien, namentlich Essigsäure und Alkalien befeuchtet werden, über deren Wirkung schon in den einzelnen Paragraphen das Wichtigste angegeben wurde. Die Oberhaut löst sich durch Maceration, durch Kochen, und, wo sie nicht dick ist (Genitalien z. B.), auch durch Essigsäure und Natron in grossen Fetzen und leicht von der Lederhaut, so dass dann ihre untere Fläche und die Papillen des *Corium* aufs Schönste zur Anschauung kommen und die letztern auch isolirt für sich oder in einzelnen Gruppen zu erforschen sind. An frischer Haut ist ihre Stellung und Zahl an Horizontalschnitten, die durch die Papillen und die tiefen Oberhautlagen gehen, schnell und leicht zu erkennen. Ihre Gefässe studirt man an dünnen Hautstellen (Genitalien, Lippen) im frischen Zustande oder mit denen der übrigen Haut an injicirten Präparaten, ihre Nerven an senkrechten Schnitten, an isolirten Papillen oder in dünnen Hautflächen *(Praeputium, Glans,* Augenlider, *Conjunctiva Bulbi)* nach Zusatz von Essigsäure und verdünntem *Natron causticum* oder nach *Gerber's* und *Krause's* Methode. *Gerber* kocht die Haut durchscheinend, legt sie einige Stunden in Terpentinöl, bis die Nerven weiss und glänzend sind und untersucht dieselben dann an mit dem Doppelmesser geschnittenen feinen, senkrechten Lamellen. Nach *Krause* sieht man die Nerven sehr gut nach Behandlung der Haut mit Salpetersäure wenn man das rechte Maass der Einwirkung getroffen hat. Das elastische Gewebe der Haut tritt durch Essigsäure, Natron und Kali sehr schön hervor. Die glatten Muskeln sind in der *Tunica dartos* leicht zu isoliren, schwieriger am *Penis* und im Warzenhofe, wo man schon besser mit ihnen vertraut sein muss, um sie in allen Fällen von blossem Auge zu erkennen; an den Haarbälgen sieht man sie mit dem Mikroskop, wenn man einen Balg mit den dazu gehörenden Talgdrüsen isolirt, namentlich nach Anwendung von Essigsäure, als kleine Bündel neben und vor den Talgdrüsen und am besten und sehr leicht an senkrechten Schnitten gekochter Haut *(Henle)*. Die Untersuchung der Fettzellen ist besonders bei magern Individuen lohnend, allwo man ihre Membranen und Kerne leicht sieht; sonst stellt man ihre Membranen durch Ausziehen des Fettes mit Aether leicht dar, schwierig die Kerne, die man aber mehr zufällig hie und da auch an gefüllten Zellen sieht. Die Oberhaut muss in ihrer *Malpighi*'schen Schicht vorzüglich frisch und mit Essigsäure und verdünntem Natron auf feinen senkrechten Schnitten erforscht werden, die Hornschicht vor Allem durch Zuziehung von Alkalien in senkrechten und Flächenschnitten, doch lösen sich ihre Elemente auch schon nach Maceration in Wasser von einander und sind für den Geübten auch an den frischen Präparaten von der Seite und der Fläche zu erkennen.

Literatur der Haut. *Gurlt,* Vergl. Unters. über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere etc. in Müll. Archiv 1835, pg. 399. (Gute Abbildungen für diese Zeit.) *Raschkow, Meletemata circa mammal. dentium evolut. Vratisl,* 1835. (Erste bessere Beschreibung d. Oberhautelemente unter *Purkyně's* Leitung.) *Simon,* Ueber die Structur der Warzen u. über Pigmentbildung in der Haut, in Müll. Arch. 1840, pg. 167. (Pigmentirte Zellen in der Schleimschicht der Weissen.) *Krause,* Artikel „Haut" in Wagner's Handw. d. Physiol. II. 1844, pg. 127. (Ausführliche, vortreffliche Abhandlung.) *E. H. Weber,* Artikel „Tastsinn und Gemeingefühl" im Handw. d. Phys. Bd. III. 1849. (Ausgezeichnete, vorzüglich physiologische Abhandlung.) *Kölliker,* Zur Entwicklungsgeschichte der äussern Haut in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. pg. 67; histiologische Bemerkungen. *Ibid.* Bd. II. pg. 118. *Eylandt, de musculis organicis in cute humana obviis. Dorp. Liv.* 1850. Ausserdem berücksichtige man besonders die Werke von *Simon* (Die Hautkrankheiten durch anatomische Untersuchungen erläutert, 2. Aufl. Berlin 1851), *v. Bärensprung* (Beiträge zur Anat. und Pathol. der menschl. Haut, 1848) und *Krämer* (Ueber Condylome und Warzen, Götting. 1847). Abbildungen geben *R. Wagner, Icon phys., Berres, Tab. VI. VII. XXIV.* (mit Ausnahme dessen, was die Gefässe betrifft, mittelmässig), *Arnold, Icon. org. sens. Tab. XI.* (recht hübsch aber bei zu geringen Vergrösserungen gezeichnet). *Hassall, Tab. XXIV. XXVI.*

XXVII. (unter anderm auch Negerhaut und Areola des Weissen von innen, colorirt), ich selbst (Mikr. Anat. Taf. I).

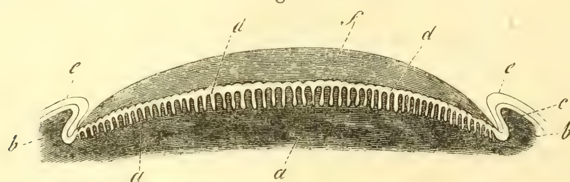
II. Von den Nägeln.

§. 48.

Die Nägel, *Ungues,* sind nichts als eigenthümlich umgewandelte Epidermistheile und zerfallen wie diese in zwei Lagen, in eine weiche Schleimschicht und in eine Hornschicht oder den eigentlichen Nagel.

Die Lederhautstelle, auf welcher der Nagel aufsitzt, oder das Nagelbett entspricht in ihrer Gestalt demselben genau, ist länglich viereckig, in der Mitte gewölbt, nach vorn und hinten und besonders nach den Seiten sich abdachend. Sein vorderer und mittlerer Theil liegen, wenn der Nagel sammt der Oberhaut durch Maceration entfernt ist, frei zu Tage, seine Seitenränder und sein hinterster Abschnitt dagegen sind von einem, vorn niedrigen und abgerundeten, hinten scharfen und längern Vorsprunge der *Cutis,* dem Nagelwalle, überwölbt, der in Verbindung mit dem Nagelbette eine Falte, den Nagelfalz, bildet, welche die Seitenränder und mit ihrem 2—3‴ tiefen hintersten Theile die Wurzel des Nagels aufnimmt (Figg. 58, 60).

Fig. 58.



Das Nagelbett besitzt an seiner Oberfläche eigenthümliche, denen der Handfläche und Fusssohle ähnliche Leistchen (Fig. 58*a*). Dieselben beginnen im Grunde des Nagelfalzes am hintern Rande des Nagelbettes und gehen, wie *Henle* (pg. 270) richtig bemerkt, fast wie von einem Pole von der Mitte desselben aus. Die mittleren ziehen gerade nach vorn, die seitlichen beschreiben zuerst einen Bogen, der um so stärker ist, je weiter nach aussen die Leistchen liegen und wenden sich dann ebenfalls nach vorn. In einer Entfernung von 2½—3½‴ von ihrem Ursprunge werden dieselben alle auf einmal höher und vorspringender und gestalten sich zu wirklichen Blättern von 0,024—0,1‴ Höhe, die geraden Weges bis fast zum vordersten Rande des Nagelbettes verlaufen und dann wie

Fig. 58. Querschnitt durch den Nagelkörper und das Nagelbett etwa 8 mal vergr. *a.* Nagelbett mit seinen Leistchen (schwarz). *b.* Lederhaut der seitlichen Theile des Nagelwalles. *c. Stratum Malpighii* von ebendaselbst. *d. Stratum Malpighii* des Nagels mit seinen Leistchen (weiss). *e.* Hornschicht am Nagelwalle. *f.* Hornschicht des Nagels oder eigentliche Nagelsubstanz mit kurzen Zacken an der untern Fläche.

abgeschnitten enden. Die Grenze zwichen den Leistchen und Blättern hat die Gestalt einer nach vorn convexen Linie, die das Nagelbett in zwei, auch durch Färbung und Grösse verschiedene Abschnitte theilt, von denen der hintere kleinere, grösstentheils vom Nagelwalle bedeckte und blassere die Nagelwurzel, der vordere grössere und röthlich gefärbte den Nagelkörper aufnimmt. Leistchen und Blätter des Nagelbettes, deren Zahl zwischen 50 und 90 variirt, sind an ihrem Rande mit Einer Reihe kurzer Papillen von 0,008 — 0,016‴ besetzt. Ausserdem zeigen sich, wie ich mit *Henle* finde, im Grunde des Nagelfalzes einige quere Falten mit stärkeren nach vorn gerichteten Papillen von 0,07 — 0,1‴; ferner vorn, wo die Blätter aufhören, ebenfalls lange, einzeln stehende Papillen. — Am Nagel der kleinen Zehe stehen die Papillen häufig nicht auf Leistchen, sondern mehr zerstreut. Der Nagelwall besitzt auf seiner untern Fläche keine Leistchen und selten hie und da eine Papille. Diese beginnen wieder ziemlich lang an seinem Rande und gehen von da auf seine obere Fläche über, welche in Nichts von der *Cutis* des Rückens der Finger und Zehen verschieden ist.

Die Lederhaut des Nagelwalles und Nagelbettes ist derb, auch in der Tiefe fettarm und in den Leistchen und Blättern sammt ihren Papillen reich an feinen elastischen Fasern. Die Gefässe sind besonders im vordern Abschnitte des Nagelbettes zahlreich, hinten, wo die Nagelwurzel aufliegt und am Nagelwall spärlicher; ihre Capillaren, von 0,005—0,008‴, bilden in den Papillen sehr deutliche einfache Schlingen und gehen mit ihren einzelnen Stämmchen oft selbst in mehrere Papillen ein. Die Nerven verhalten sich in der Tiefe wie in der Haut, dagegen habe ich bis anhin weder Endschlingen noch Theilungen an ihnen sehen können.

Fig. 59.



Am Nagel selbst unterscheidet man die Wurzel, den Körper und den freien Rand (Fig. 60). Die weichere Wurzel (Fig. 60. *l*) entspricht in ihrer Aus-

Fig. 60.

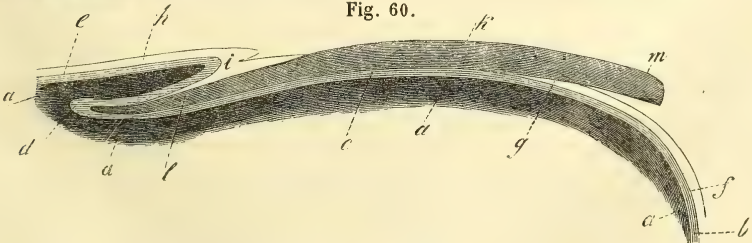


Fig. 59. Capillaren des Nagelbettes nach *Berres*.

Fig. 60. Längsschnitt durch die Mitte vom Nagel und Nagelbett ungefähr 8 mal vergr., *a*. Nagelbett und *Cutis* von Fingerrücken und Fingerspitze, *b*. Schleimschicht der Fingerspitze, *c*. des Nagels, *d*. des Grundes des Nagelfalzes, *e*. des Fingerrückens, *f*. Hornschicht der Fingerspitze, *g*. Beginn derselben unter dem Nagelrand, *h* Hornschicht des Fingerrückens, *i*. Ende derselben auf der obern Fläche der Nagelwurzel, *k*. Körper, *l*. Wurzel, *m*. freier Rand der eigentlichen Nagelsubstanz.

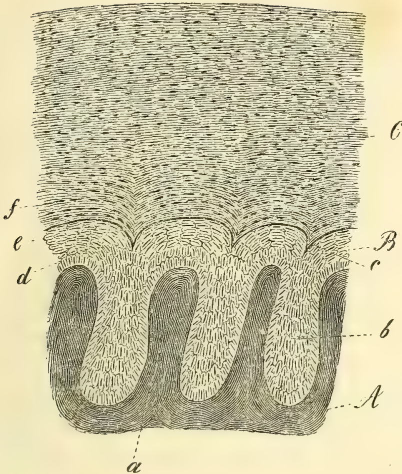
dehnung dem hintern, Leistchen tragenden Theile des Nagelbettes, steckt entweder ganz in dem Nagelfalze, oder liegt mit einer kleinen halbmondförmigen Fläche, dem Möndchen *(Lunula)*, frei zu Tage. Ihr hinterer Rand ist zugeschärft, leicht aufwärtsgebogen und der dünnste und zugleich biegsamste Theil des Nagels. Der von hinten nach vorn an Dicke und Breite zunehmende harte Körper *(k)* liegt mit seiner oberen Fläche grösstentheils frei zu Tage, mit etwas zugeschärften dünnen Rändern in den Seitentheilen des Nagelfalzes und mit der untern Fläche auf dem vordern Abschnitte des Nagelbettes; der freie Rand endlich *(m)* ist an beschnittenen Nägeln gerade nach vorn gerichtet, soll dagegen im entgegengesetzten Falle sich um die Fingerbeere nach unten krümmen und mit dem übrigen Nagel zusammen eine Länge von 2″ erreichen.

Die untere Fläche des Nagelkörpers und der Wurzel entspricht in ihrer Gestalt genau dem Nagelbett und es finden sich daher an derselben ebenfalls Blätter und Leistchen, so wie Furchen in ähnlicher Anordnung wie auf dem Nagelbette, nur ist der Rand der Blätter hier nicht mit Papillen besetzt, sondern geradlinig, dagegen die Furchen, statt wie am Nagelbette mit ebenem Grund, zur Aufnahme der Papillen mit seichten Grübchen versehen. Indem die beiderseitigen Erhabenheiten und Vertiefungen ineinander greifen, wird eine innige Verbindung des Nagels mit der *Cutis* hervorgebracht, die dadurch noch fester wird, dass auch der Nagelwall mit seiner untern Fläche sich auf die Ränder des Nagelkörpers und auf die Wurzel auflegt.

Die Farbe des Nagels ist, so lange derselbe in seiner natürlichen Lage sich befindet, am freien Rande weisslich durchscheinend, am Körper, mit Ausnahme eines ganz schmalen helleren Saumes dicht hinter dem Anfange des freien Randes, röthlich, an der *Lunula* weisslich, welche zwei letzteren Färbungen grösstentheils von der durch den Nagel durchschimmernden Lederhaut und ihren Blutgefässen herrühren. Von der Epidermis und *Cutis* getrennt, ist der Nagel ziemlich gleichmässig weisslich durchscheinend, jedoch an der Wurzel ebenfalls etwas weisslicher als am Körper.

§. 49.

Bau des Nagels. Der Nagel besteht in der Tiefe aus einer weichen weisslichen Schleimschicht, die noch schärfer als bei der gewöhnlichen Oberhaut von der harten äussern Hornschicht oder dem eigentlichen Nagel sich scheidet. Dieselbe überzieht die ganze untere Fläche der Nagelwurzel und des Nagelkörpers, manchmal auch einen kleinen Theil der oberen Fläche der Wurzel und bildet für sich allein die oben erwähnten Blätter an der untern Fläche des Nagels. Ihre Dicke beträgt an der Wurzel ganz hinten auf der untern Seite 0,12‴, auf der obern 0,14‴, dicht hinter dem Rande der Wurzel in gerader Richtung von hinten nach vorn 0,24—0,26‴, am Nagelkörper an den Blättern mehr nach hinten zu und am Rande 0,04—0,05‴, in der Mitte 0,06‴, selbst 0,08—0,096‴ und



0,12''', zwischen denselben endlich 0,032—0,04'''.

Die *Malpighi*'sche Schicht des Nagels besteht wie die der Oberhaut durch und durch aus kernhaltigen Zellen und stimmt in allem Wesentlichen mit derselben überein, ausser dass sie in der Tiefe mehrere Lagen länglicher (von 0,004–0,007'''), senkrecht stehender Zellen enthält, wodurch ein streifiges Ansehen entsteht, das *Günther* u. wahrscheinlich auch *Rainey* verleitet hat, unter dem Nagel besondere Drüsen anzunehmen. Beim Neger ist nach *Béclard* (*Anat. générale pg.* 309) das *Stratum Malpighii* des Nagels schwarz und nach *Krause* (l. c. pg. 124) sollen dessen Zellen hier dunkelbraune Kerne enthalten, sowie gelbbräunliche bei brünetten Europäern. Nach *Hassall* (pg. 252) enthalten überhaupt die jüngern Zellen des Nagels, d. h. die der Schleimschicht, Pigment, was ich wenigstens für einzelne Fälle bestätigen kann.

Die Hornschicht des Nagels oder die eigentliche Nagelsubstanz (Fig. 58. *f*; 60. *k*, *l*, *m*; 61. *c*) ist der harte spröde Theil des Nagels, welcher den freien Rand und den obern Theil desselben bildet. Die untere Fläche dieser Schicht ist an der Wurzel zu hinterst ganz eben, weiter nach vorn zeigt dieselbe scharfe, durch breite Furchen geschiedene Leisten, die in Furchen der Schleimschicht des Nagels eingreifen. Diese Leisten der eigentlichen Nagelsubstanz zeigen sich auf Querschnitten (Fig. 58. 61) als spitze Zacken von 0,01—0,02''' Länge, die in der Regel an den Rändern des Nagels am stärksten, bis zu 0,04—0,06''' entwickelt sind und in ihrer Zahl genau den Blättern der untern Seite des *Stratum Malpighii* entsprechen. Die obere Fläche der Nagelsubstanz ist im Ganzen genommen eben, doch finden sich auch hier noch oft recht deutliche, parallele Längsstreifen oder Riffe als letzte, freilich sehr verwischte Andeutung der Unebenheiten des Nagelbettes.

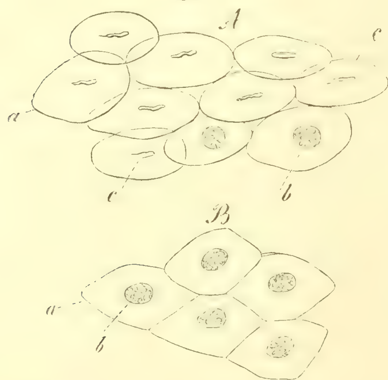
Die Dicke dieses Nageltheiles nimmt in der Regel von der Wurzel bis nahe zum freien Rande beständig zu, so dass der Körper vorn wenigstens dreimal dicker (von 0,3—0,4''') ist als erstere, und ist am freien Rande

Fig. 61. Querschnitt durch den Nagelkörper, 250 mal vergrössert. *A. Cutis* des Nagelbettes. *B.* Schleimschicht des Nagels. *C.* Hornschicht desselben oder eigentliche Nagelsubstanz. *a.* Blätter des Nagelbettes. *b.* Blätter des *Stratum Malpighii* des Nagels. *c.* Leistchen der eigentlichen Nagelsubstanz. *d.* Tiefste senkrecht stehende Zellen der Schleimschicht des Nagels. *e.* Obere platte Zellen derselben. *f.* Kerne der eigentlichen Nagelsubstanz.

wieder etwas geringer. Auch im Querdurchmesser ist, mit Ausnahme des hinteren Wurzelrandes, die Nagelsubstanz nicht überall gleich dick, verdünnt sich vielmehr an den Seitenrändern bedeutend, so dass die Nägel zuletzt, wo sie im Falze liegen, nicht mehr als 0,06—0,12''' messen und endlich ganz scharf auslaufen.

Den Bau der eigentlichen Nagelsubstanz anbelangend, so ist derselbe ohne Anwendung von Reagentien schwer zu erkennen. Auf senkrechten Schnitten sieht man namentlich am Körper nichts als horizontal verlaufende feine, gerade oder gebogene, gedrängt stehende Linien, welche man für den optischen Ausdruck zarter übereinanderliegender Lamellen zu halten geneigt ist, und zwischen denselben eine Menge länglicher, horizontal gelagerter, dunkler oder eigenthümlich röthlich durchscheinender Streifchen, offenbar Kerne. Nur am hintersten Theile der Wurzel und an der untern Fläche, wo dieselbe an das *Stratum Malpighii* stösst, zeigen sich mehr oder weniger deutlich abgeplattete Zellen mit Kernen schichtweise gelagert. Flächenschnitte zeigen noch weniger als senkrechte Schnitte, nämlich eine blasse durchscheinende, hie und da granulirte Substanz, meist ohne Andeutung irgend welcher Structur, hie und da mit sehr undeutlichen Contouren von Plättchen, ähnlich denen der Hornschicht der Oberhaut. Ganz anders fallen die Bilder nach Behandlung des Nagels mit Alkalien und einigen Säuren aus.

Fig. 62.



Kocht man die Nagelsubstanz mit verdünntem caustischem Natron, so wird sie gleich beim ersten Aufwallen der Flüssigkeit zu einem schönen Zellengewebe ausgedehnt (Fig. 62. *A B*), dessen polygonale Elemente alle ohne Ausnahme, in der Tiefe wie an der Oberfläche, Kerne von 0,0030—0,0046''' Länge und Breite und 0,002''' Dicke besitzen, die, je nach dem sie dem Beobachter ihre Flächen oder Ränder zukehren, als rundliche, sehr blasse und fein granulirte Scheiben oder als lange, schmale, dunkelcontourirte Stäbchen erscheinen; ausserdem verdient noch Erwähnung, dass neben diesen auch ganz grosse, sehr blasse Kerne von 0,006—0,01''' und darüber in ziemlicher Zahl vorkommen, welche wahrscheinlich einer zu eindringlichen Einwirkung des Reagens und einem dadurch bewirkten Aufquellen ihren Ursprung verdanken. Mit Bezug auf die Nagelzellen lässt sich ferner durch Natron, doch auch durch Kali, das im Ganzen ebenso

Fig. 62. Nagelplättchen mit Natron gekocht, 350 mal vergrössert. *A.* von der Seite, *B.* von der Fläche, *a.* Membranen der aufgequollenen Nagelelemente, *b.* Kerne derselben von der Fläche, *c.* dieselben von der Seite.

wirkt, jedoch die Kerne der Nagelzellen mehr angreift, noch die wichtige Beobachtung machen, dass dieselben in den oberen Schichten platter sind als in den unteren. Befeuchtet man nämlich einen feinen senkrechten Schnitt mit kaltem oder noch besser mit heissem Natron, so sieht man fast im Momente der Benetzung den zelligen Bau des Nagels deutlich hervortreten, ohne dass sich seine Elemente merklich vergrössern, und findet hiebei, dass seine tiefsten Zellen wenigstens einmal dicker sind als die obersten. Wirkt das Natron länger ein, so quillt allmälig das Schnittchen auf, und zwar zum Zeichen der grösseren Weichheit der untersten Zellen zuerst hier und erst spät in den platten und härteren oberen Elementen. Auch durch Behandlung des Nagels mit Schwefelsäure und Salpetersäure in der Kälte und durch Kochen mit Salzsäure isoliren sich dessen Elemente.

Aus diesen Thatsachen, zusammengehalten mit dem, was sich am unveränderten Nagel zeigt, ergibt sich, dass seine Hornschicht aus fest vereinigten, nicht scharf von einander geschiedenen Lamellen, jede Lamelle aus einer oder mehreren Lagen kernhaltiger, polygonaler platten Schüppchen oder Plättchen besteht, die denen der Hornschicht der Oberhaut, abgesehen von den Kernen, sehr gleichen und in den untersten Lagen dicker und im Umfange etwas kleiner als in den oberen und obersten Lagen sind. Als mittlere Grösse derselben kann die von 0,012—0,016‴ angenommen werden, die beim Zusatze der sonst wenig einwirkenden Schwefelsäure und im Anfange der Einwirkung von Kali und Natron sich zeigt.

§. 50.

Das Verhältniss des Nagels zur Oberhaut anlangend, so verweise ich vor allem auf die in den Figg. 58 u. 60 gezeichneten, senkrechten und queren Durchschnitte. Dieselben zeigen einmal, dass die Oberhaut sich auf die Wurzel, den hintern Theil des Körpers und auf die Ränder des Nagels legt, und dass dieselbe auch unter dem freien Rande und an den vorderen Theilen der Seitenränder an denselben stösst. Dies geschieht in der Weise, dass, während die Schleimschicht der Oberhaut continuirlich und ohne Grenze in die des Nagels übergeht, die Hornschicht eigentlich nirgends in die wirkliche Nagelsubstanz direct sich fortsetzt, sondern theils mit ihren Lamellen parallel an dieselbe sich anlegt, theils in verschiedenen schiefen Winkeln auf sie stösst. An der Nagelwurzel zieht sich die Hornschicht mehr oder weniger tief in den Nagelfalz hinein, und geht zugleich auch als eine dünne, nach vorn sehr fein werdende Lage auf den obern freien Theil des Nagels bis gegen das Ende der *Lunula* oder den Anfang des Körpers. Vorn und hinten, an welch letzterem Orte diese Lage nicht selten den hintern Rand der Wurzel erreicht, stehen ihre Zellen parallel der obern Nagelfläche, in der Mitte dagegen, wo sie am stärksten ist (Fig. 60. *i*), schief oder senkrecht auf derselben. Aehnlich ist das

Verhalten am freien Rande des Nagels, wo die Hornschicht zum Theil mit mehr horizontalen, zum Theil mit schiefen Lamellen an das Ende der untern Nagelkörperfläche anstösst und auch wohl noch an den Anfang des freien Randes sich fortsetzt. An den Seitenrändern endlich legt sich die Hornschicht vorn mit horizontalen Lamellen unter den Nagel und verhält sich weiter hinten wie an der Wurzel oder stösst einfach an den Nagelrand an. Es bildet so die Hornschicht eine Art Scheide für den Nagel, die in etwas an die Scheide des Haares erinnert, jedoch viel unvollständiger ist. Vergleichen wir den Nagel mit der Oberhaut, so finden wir in dem Bau seiner Schleimschicht auch nicht die geringste wichtigere Eigenthümlichkeit, wohl aber in der Hornschicht, die durch ihre härteren, auch chemisch abweichenden, kernhaltigen Zellen und die Abplattung und innige Verbindung derselben von der Hornschicht der Epidermis sich unterscheidet. Immerhin aber ist die Uebereinstimmung auch der letztern Gebilde so gross, dass der eigentliche Nagel, wie dies auch längst geschieht, mit vollkommenem Rechte als eine modificirte Partie der Hornschicht der letzten Finger- und Zehenglieder betrachtet werden kann.

Nach den chemischen Untersuchungen von *Scherer* und *Mulder* stimmen die Nägel sehr mit der Epidermis überein und weichen nach *Mulder* nur durch einen etwas grössern Gehalt von *S* und *C* von der Oberhaut ab. Ihre Substanz betrachtet er in seiner neuesten Schrift als Protein + Sulphamid, von letzterem 6,8 %. Dies stimmt mit den erwähnten Einwirkungen der Reagentien überein, nach denen die Nagelplättchen fast ganz wie Hornplättchen sich verhalten, nur schwieriger angegriffen werden und Kerne führen. Nach *Lauth* enthält der Nagel mehr phosphorsauren Kalk als die Oberhaut und verdankt demselben seine Härte; dies kann richtig sein, obschon, wie *Mulder* angibt (*Phys. Chemie* pg. 536), beide ungefähr gleich viel Asche (1 %) geben.

Was den lamellösen Bau des eigentlichen Nagels anlangt, so ist derselbe ungefähr in ähnlicher Weise wie bei der Hornschicht der Oberhaut zu denken, nur nicht so deutlich, weil die Nagelplättchen viel fester verbunden sind, als die Elemente der Epidermis. Durch Reagentien tritt aber die Schichtenbildung sehr deutlich hervor und ebenso an pathologisch verdickten und verkrümmten Nägeln.

§. 51.

Wachsthum der Nägel. Die Nägel wachsen, so lange sie geschnitten werden, beständig fort; dagegen ist das Wachsthum derselben beschränkt, wenn dies nicht geschieht. In diesem Falle, der bei lange bettlägerigen Kranken und den Völkern Ostasiens zu beobachten ist, werden die Nägel 1½—2″ lang (bei den Chinesen nach *Hamilton* 2″), und krümmen sich um die Finger und Zehenspitzen herum.

Beim Wachsthume des Nagels verändert die Schleimschicht desselben ihre Lage durchaus nicht, wohl aber seine Hornschicht, die beständig nach vorn geschoben wird. Die Bildung derselben hat an allen den Stellen Statt, wo sie mit dem *Stratum Malpighii* in Verbindung ist, mit andern Worten, an ihrer ganzen untern Fläche mit Ausnahme des

freien vorderen Randes, ferner bei vielen Nägeln auch an einer ganz kleinen Stelle der oberen Fläche ihrer Wurzel, endlich am hinteren Wurzelrande selbst, doch sind die Theile der Wurzel diejenigen, die am raschesten wachsen, während der Nagelkörper langsamer sich bildet, was vorzüglich dadurch bewiesen wird, dass der Nagel an der Grenze zwischen Wurzel und Körper nicht viel dünner ist als vorn am Körper selbst, und dass an der Wurzel der Uebergang der Zellen des *Stratum Malpighii* in Nagelzellen leicht, am Körper dagegen schwer nachzuweisen ist. Durch den beständigen Ansatz neuer Zellen am Wurzelrande wächst der Nagel nach vorn, durch das Hinzutreten solcher an seiner unteren Fläche verdickt er sich. Das Längenwachsthum überwiegt dasjenige in die Dicke, weil die erst rundlichen Zellen, indem sie von hinten und unten her nach vorn und oben rücken, immer mehr sich abplatten und verlängern.

Die Art und Weise, wie die Nagelplättchen aus den Zellen der Schleimschicht des Nagels entstehen, ist an der Wurzel des Nagels leicht nachzuweissen. Hier sind nämlich die obersten Zellen der Schleimschicht ganz anders beschaffen als in der Tiefe, mehr oder weniger abgeplattet und den Plättchen der Hornschicht der Epidermis sehr ähnlich, jedoch mit einem Kern versehen, der freilich fast nur bei Zusatz von Natron und auch dann noch schwer zu entdecken ist. Verfolgt man diese Zellen, die eine Lage von 0,06—0,12‴ Mächtigkeit darstellen, nach der eigentlichen Nagelsubstanz hin, so findet man, dass dieselben sich immer mehr abplatten, und endlich ohne scharfe Grenze in dieselbe übergehen, indem sie inniger untereinander verschmelzen und ein durchsichtigeres Ansehen annehmen. Am Nagelkörper ist die Bildung von Nagelsubstanz schwerer nachzuweisen, doch muss auch hier entgegen *Reichert* eine solche angenommen werden, da der Nagel fast ohne Ausnahme auch am Körper von hinten nach vorn an Dicke zunimmt. Eine schärfere Grenze zwischen den beiden Lagen des Nagels als an der Nagelwurzel ist hier auf jeden Fall vorhanden, doch zeigt sich auch diese auf feinen Schnitten nicht so scharf wie an denen, die man gewöhnlich untersucht, und ich finde wirklich, dass der Uebergang der Schleimschichtzellen in Nagelplättchen am Körper überall da, wo die Leistchen der untern Fläche des eigentlichen Nagels etwas entwickelter sind, ziemlich leicht und namentlich bei Zusatz von Alkalien deutlich zu sehen ist. Auch an den übrigen Stellen zwischen den Leistchen kann, wenn auch nicht ein directer Uebergang doch das erkannt werden, dass die an die Schleimschicht angrenzenden Plättchen des eigentlichen Nagels viel weniger abgeplattet sind als im Innern und an seiner Oberfläche, was ebenfalls für eine Bildung derselben an Ort und Stelle spricht. Schliesslich füge ich zur Unterstützung meiner Annahme noch das bei, dass nur durch sie erklärlich wird, warum die untere Fläche der eigentlichen Nagelsubstanz an der Nagelwurzel fast glatt, am Nagelkörper mit mehr oder minder starken Leistchen versehen ist. Das Auftreten oder die Vergrösserung dieser Leistchen beweist doch offenbar, dass auch hier Nagelsubstanz gebildet wird. Diesen Leistchen und den Furchen zwischen denselben entsprechend, finden wir denn auch die untersten Lagen der Nagelplättchen, die an der Wurzel ganz horizontal liegen, am Körper wellenförmig verlaufend (Fig. 61). Das Resultat wäre demnach, dass allerdings die Bildung des Nagels vorzüglich an der Wurzel erfolgt, dass aber, obschon langsamer und spärlicher, auch am Körper Nagelplättchen von unten zutreten und die nach vorn zunehmende etwelche Verdickung bewirken, oder wenigstens der so nothwendig erfolgenden Verdünnung des Nagels nach vorn entgegentreten, wobei jedoch noch zu bemerken ist, dass die Bildung von Nagelsubstanz an allen Theilen in der Mittellinie des Nagels stärker erfolgt als an den Seitentheilen,

welche vorn fast ebenso dünn als an der Wurzel und nur mit längeren Zacken an der unteren Fläche versehen sind. Immerhin muss aber auch hier am Körper Substanz sich ansetzen, weil der Nagel nach vorn zu sich verbreitert.

Die einmal gebildeten Plättchen der Nagelsubstanz verändern sich, indem sie von den immerwährend nachrückenden nach vorn und oben geschoben werden, noch in einigen Beziehungen. Einmal geht mit ihrer Substanz eine freilich noch wenig gekannte, zum Theil in der Ablagerung von mehr $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}}$, zum Theil in einem Festerwerden (Verhornung) ihrer organischen Elemente, der Zellmembranen vor allem, beruhende Aenderung vor, in Folge welcher sie, die an der Nagelwurzel und unteren Fläche des Nagels noch weicher sind, immer härter und härter werden. Zweitens platten sich dieselben ähnlich den Hornschichtzellen der Oberhaut sehr bedeutend ab und vergrössern sich zugleich im Längs- und Querdurchmesser in etwas, endlich verschmelzen sie inniger untereinander, so dass man sie an den oberen und vorderen Theilen des Nagels ohne künstliche Hülfsmittel nicht isolirt zu erkennen im Stande ist, sondern nichts als eine gleichförmige, nach allen Richtungen reissende Substanz erhält, während in den unteren Theilen die Nagelplättchen wenigstens andeutungsweise, hie und da selbst ziemlich klar zu sehen sind. Dagegen verschwinden die Kerne der Nagelplättchen nicht und hierin liegt ein charakteristischer Unterschied zwischen der Hornschicht des Nagels und derjenigen der Oberhaut; man findet dieselben an senkrechten Schnitten frischer Nägel und nach Behandlung derselben mit Natron, etwas kleiner und platter als in der Tiefe, auch in den obersten Schichten. — Diesem zufolge gehen auch in der eigentlichen Nagelsubstanz noch einige Metamorphosen vor sich, die wie bei der Oberhaut auf Rechnung eines eigenthümlichen Wachsthumes und Lebensprocesses der Nagelzellen zu schieben sind. Dieselben scheinen jedoch fast nur den unteren und hinteren Partieen derselben zuzukommen, denn man findet, wie *Schwann* (pg. 91) meldet, dass wenn am hintern Theile der freien Nageloberfläche zwei Punkte durch Anbohren mit einer Nadel und Färbung mit salpetersaurem Silber neben und hinter einander bezeichnet werden, dieselben in zwei bis drei Monaten, während welcher Zeit sie an die Spitze des Nagels rücken, ihre Lage durchaus nicht ändern.

In Bezug auf die *pathologischen* Zustände des Nagels hebe ich Folgendes hervor: Die Nägel *regeneriren* sich leicht wieder, wenn sie bei Quetschungen, Verbrennungen, Erfrierungen, Hautkrankheiten (Scharlach z. B.), in Folge von Entzündungen, Exsudationen, Eiterungen und Blutergüssen des Nagelbettes abfallen, ja es kann, wie *Pechlin (Observ. phys. med. pg.* 315*)* erzählt, eine solche Regeneration selbst periodisch eintreten, indem ein Knabe jeden Herbst seine blauschwarz gewordenen Nägel sammt der Oberhaut (der Hornschicht?) verlor uud wieder erhielt. In einem solchen Falle bedeckt sich nach *Lauth* (*Memoires sur divers points d'anatomie* in den *Annales de la société d'histoire naturelle de Strassbourg. Tom. I.* 1834*)* und *Hyrtl (Anatomie pg.* 382*)* das ganze Nagelbett mit weichen Hornplättchen, welche nach und nach erhärten, zu einem wirklichen Nagel sich gestalten und schliesslich mit dem freien Rand über die Fingerspitze vortreten. — Bei Verlust der vorderen Fingerglieder entstehen in vielen Fällen rudimentäre Nägel auf dem Rücken der zweiten und selbst der ersten Phalanx. Die älteren Fälle finden sich bei *Pauli (De vulneribus sanandis*, *Göttingae* 1825, pg. 98) citirt. Einen solchen von 2‴ Länge und 3‴ Breite an der ersten Phalanx des Daumens sah neulich auch *Hyrtl* (l. c.). — Da die Bildung der Nagelsubstanz von den Gefässen des Nagelbettes abhängt, so lässt sich mit *Henle* annehmen, dass häufig wechselnde Zustände derselben auch ein unregelmässiges Wachsthum, stellenweise Verdickung, Verdünnung und selbst Ablösung der Nägel bewirken, und dass auch die Deformitäten derselben bei *Cyanose* und *Phthise* hiervon abhängen. Sehr häufig rührt aber auch, wie ich beobachtet habe, die Verdickung und Missbildung der Nägel von theilweiser Unwegsamkeit der Capillaren des Nagelbettes her. So finde ich bei den lamellösen, nach vorn sehr

verdickten und nach unten gekrümmten Nägeln älterer Leute alle Capillarien des vorderen Abschnittes des Nagelbettes von Fettkörnern verschiedener Grösse dicht erfüllt und für das Blut ganz unwegsam; in einem solchen Falle kann die Bildung von Nagelsubstanz nur in kleinen Lamellen im Falze erfolgen, welche dann durch die von hinten neu nachrückenden begreiflicherweise immer schiefer aufgerichtet werden, so dass sie, vorn angelangt, eine fast senkrechte, von hinten und oben nach unten und vorn gerichtete Stellung haben und mit ihren hintern Enden an der Nageloberfläche quere, in kurzen Intervallen aufeinander folgende Riffe bilden. Nach Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* beobachtete *Steinrück (De nervorum regeneratione*, pg. 45, 49) bei Kaninchen Ausfallen der Haare und Nägel, was von dem Einflusse der Nerven auf die Gefässe herzuleiten ist. Endlich ist auch die Gestalt des Nagelbettes auf die Bildung des Nagels von Einfluss. So erklärt sich, dass (siehe *Henle* l. c.) nach Entzündung und Verwachsung des Nagelfalzes die Neubildung am hintern Rande aufhört, der Nagel nicht mehr nach vorn wächst, sondern an allen Rändern genau anliegend das Nagelbett bedeckt.

§. 52.

Die Entwicklung des Nagels beginnt im dritten Monate mit der Bildung des Nagelbettes und Nagelfalzes, welche dadurch von den übrigen Theilen sich abgrenzen, dass durch eine Wucherung der Haut allmälig der Nagelwall entsteht. Anfänglich nun ist das Nagelbett von denselben Zellen bekleidet, welche auch an den übrigen Theilen die Oberhaut bilden (siehe §. 47.), nur zeichnen sich schon im dritten Monat die Zellen des *Stratum Malpighii* durch ihre langgestreckte und polygonale Gestalt (Länge derselben 0,004‴, Breite 0,001—0,0016‴) aus. Erst im vierten Monate tritt zwischen *Stratum Malpighii* und Hornschicht des Nagelbettes, welche letztere durch eine einfache Lage polygonaler, deutlich kernhaltiger Zellen gebildet wird, eine einfache Schicht blasser, platter, jedoch ebenfalls vieleckiger und kernhaltiger, 0,009‴ grosser Zellen auf, die fest zusammenhängen und als die erste Andeutung der eigentlichen Nagelsubstanz anzusehen sind; zugleich verdickt sich auch das *Stratum Malpighii* unter diesen Zellen, so dass es bestimmt wenigstens aus zwei Zellenlagen zusammengesetzt ist. Demnach ist der Nagel ursprünglich ganz von der Oberhaut umschlossen, bildet sich auf dem ganzen Nagelbette in Form eines viereckigen Plättchens und entsteht zwischen der embryonalen Schleimschicht und Hornschicht ohne allen Zweifel durch eine Umwandlung der Zellen der Schleimschicht, wofür namentlich auch die geringe Grösse der ursprünglichen Nagelzellen spricht. In weiterer Entwickelung verdickt sich der Nagel durch Zutritt neuer Zellen von unten her (im fünften Monate beträgt die Dicke 0,024‴, im sechsten 0,04‴, wovon im letzteren 0,025 auf die eigentliche Nagelsubstanz kommen), vergrössert sich durch Ausdehnung seiner Elemente, und Ansatz neuer solcher an seinen Rändern, bleibt jedoch noch bis zum Ende des fünften Monats unter der Hornschicht der Epidermis verborgen, bis er am Ende frei wird und im siebenten Monate selbst in die Länge zu wachsen beginnt, so dass er dann, seine grössere Weichheit und die Dimensionen abgerechnet, in nichts Wesentlichem mehr von einem fertigen Nagel sich

unterscheidet. — Das Nagelbett anbelangend, so sind die Leistchen desselben schon am Ende des vierten Monates angedeutet und im fünften recht schön 0,02—0,024‴ hoch, 0,004—0,005‴ breit und 0,008—0,014‴ von einander abstehend, welche Grösse somit auch die Breite der Blätter des *Stratum Malpighii* bezeichnet. Im sechsten Monate sind dieselben noch etwas grösser und weiter von einander abstehend.

Beim Neugebornen ist der ganze Nagel am Körper 0,3—0,34‴ dick, von denen 0,16‴ auf die eigentliche Nagelsubstanz, 0,14—0,18‴ auf das *Stratum Malpighii* kommen. Seine Elemente sind noch fast ganz wie im sechsten Monate und namentlich zeigen sich dieselben im eigentlichen Nagel auch ohne Reagentien noch ziemlich deutlich als länglich polygonale kernhaltige Plättchen von 0,02—0,028‴, wie dies schon zum Theil *Schwann* bemerkte. Bemerkenswerth ist der an allen Nägeln vorkommende, weit nach vorn ragende freie Rand. Derselbe ist bedeutend dünner und schmäler als der Nagelkörper und durch eine halbmondförmige Linie von demselben geschieden, vorn abgerundet, bis an 2‴ lang und offenbar nichts anderes als der Nagel aus einer frühern Zeit, der durch das im Laufe der Entwickelung eingetretene Längenwachsthum des Nagels nach vorn geschoben wurde. In der That entspricht derselbe auch in seiner Grösse so ziemlich einem Nagel aus dem sechsten Monate.

Bald nach der Geburt stösst sich der lange freie Rand des Nagels des Neugebornen wenigstens einmal, nach *Weber* selbst mehrmals, wahrscheinlich in Folge äusserer mechanischer Eingriffe, denen derselbe seiner Zartheit wegen nicht zu widerstehen im Stande ist, ab. Im sechsten und siebenten Monate nach der Geburt ist, wie ich finde, der Nagel, den die Kinder mit zur Welt bringen, ganz durch einen neuen ersetzt und im zweiten und dritten Jahre unterscheiden sich die Nagelplättchen in Nichts von denen des Erwachsenen, woraus hervorgeht, dass der Nagel ebenfalls weniger durch Vergrösserung seiner Elemente, als durch Ansatz neuer an seinen Rändern und von unten her sich vergrössert und verdickt.

Zur Untersuchung der Nagelzellen und Plättchen dienen vorzüglich feine Schnitte frischer Nägel mit und ohne Zuziehung von Reagentien, vor Allem Natron und Schwefelsäure, über deren Einwirkung das Wichtigste bereits gemeldet wurde. Behufs der Verhältnisse der einzelnen Nageltheile zu einander und zur Oberhaut muss man durch Maceration oder Kochen in Wasser *Cutis* und Nagel trennen. Man sieht alsdann, dass der Nagel mit der Oberhaut von dem Finger sich löst und erkennt auf Quer- und Längsschnitten die Art seiner Verbindung mit demselben. Auch das Nagelbett, seine Blätter und Leisten, der Nagelfalz, die Blätter am *Stratum Malpighii* des Nagels kommen auf diese Weise leicht zur Ansicht. Da feine Schnitte an einem solchen Nagel gerade an den wichtigsten Stellen, Rand und Wurzel, nicht leicht zu machen sind, so ist es auch noch nöthig, frische und mit der *Cutis* vom Knochen gelöste und getrocknete Nägel hierzu zu benutzen, welche dann alle wünschbare Aufklärung geben, indem Segmente von solchen in Wasser leicht aufquellen und durch Essigsäure und Natron den Bau ihrer verschiedenen Schichten aufs Deutlichste offenbaren.

Literatur der Nägel: *A. Lauth*, *Sur la disposition des ongles et des poils, Mem. de la soc. d'hist. nat. de Strassbourg* 1830. 4.; *Gurlt*, Ueber die hornigen Gebilde

des Menschen und der Haussäugethiere. M. Arch. 1836, pg. 262.; *Reichert* in Müll. Arch. 1841 Jahresbericht; *O. Kohlrausch*, Recension von *Henle*'s allgem. Anatomie in Göttinger Anzeigen 1843, St. 24.; *Rainey, on the structure and formation of the nails of the fingers and toes in Transact. of the microsc. Society. March.* 1849.; *Berthold*, Beobachtungen über das quantitative Verhältniss der Nagel- und Haarbildung beim Menschen in Müll. Arch. 1850.

III. Von den Haaren.

A. Von den Haaren im engern Sinne.

§. 53.

An jedem Haare unterscheidet man den freien Theil, Schaft, *Scapus*, mit der verdünnten Spitze, von dem im Balge eingeschlossenen, der Wurzel, *Radix*. Jener ist in der Regel bei schlichten Haaren gerade und rundlich, bei gelockten wellenförmig gebogen und etwas abgeplattet, bei krausen und wolligen Haaren spiralig gedreht und ganz platt oder leicht gerieft. Die Wurzel ist immer gerade, ziemlich drehrund, und, wenigstens in ihren unteren Theilen, weicher und dicker als der Schaft; sie endet bei lebenskräftigen Haaren mit einer noch weicheren, den Schaft $1\frac{1}{2}$—3 mal an Dicke übertreffenden knopfförmigen Anschwellung, dem Haarknopf oder der Haarzwiebel, *Bulbus pili (c)*, die hutförmig auf einem papillenartigen Fortsatze des Balges, auf der Haarpapille, *Papilla pili (i)* (weniger passend *Pulpa sive Blastema pili*, Haarkeim genannt), aufsitzt, oder, mit andern Worten, dieselbe in eine Aushöhlung ihrer Basis aufnimmt.

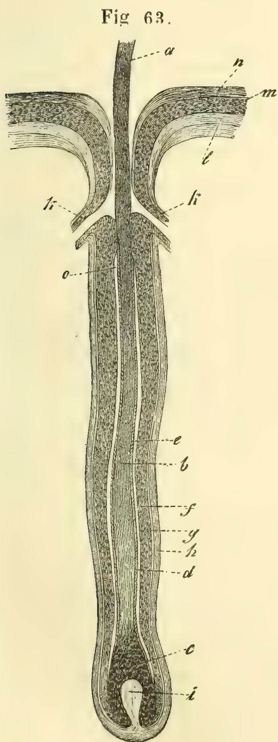


Fig. 63. Haar und Haarbalg von mittlerer Stärke 50 mal vergrössert. *a.* Haarschaft; *b.* Haarwurzel; *c.* Haarknopf; *d.* Oberhäutchen des Haares; *e.* innere Wurzelscheide; *f.* äussere Wurzelscheide; *g.* structurlose Haut des Haarbalges; *h.* quere und longitudinale Faserlage desselben; *i.* Haarpapille; *k.* Ausführungsgänge der Talgdrüsen mit Epithel und Faserlage; *l.* Cutis an der Mündung des Haarbalges; *m.* Schleimschicht; *n.* Hornschicht der Oberhaut, letztere etwas in den Balg sich hineinziehend; *o.* Ende der innern Wurzelscheide.

§. 54.

Vorkommen und Grösse der Haare. Die Haare sind, fast über den ganzen Körper verbreitet, zeigen jedoch in Bezug auf Grösse und Zahl sehr bedeu-

tende Verschiedenheit je nach Ort, Individualität, Alter, Geschlecht und Raçe. Erstere anlangend, so lassen sich, abgesehen von vielen Uebergängen, dreierlei Varietäten derselben annehmen: 1) längere, weiche Haare von 1′—3′ und mehr Länge, 0,02—0,05‴ Dicke, 2) kurze, starre, dicke Haare von ¼—½″ Länge und 0,03—0,07‴ Dicke, 3) kurze, äusserst feine Haare, Wollhaare *(Lanugo)* von 1—6‴ Länge und 0,006 bis 0,01‴ Dicke. Die Verbreitung der ersten Form ist bekannt; zur zweiten gehören die Haare am Eingange der Nasenhöhle (*Vibrissae*), im äussern Gehörgang, die Augenwimpern (*Cilia*) und Augenbrauen, zur dritten endlich sind zu rechnen die Härchen im Gesicht, am Rumpfe und den Extremitäten, auch die der *Caruncula lacrymalis* und die häufig fehlenden der *Labia minora* (*Henle*).

Die Zahl der Haare auf einer bestimmten Fläche wechselt sehr, namentlich nach Alter, Geschlecht und Farbe der Haare. Nach *Withof* kommen auf eine Hautfläche von ¼□″ 147 schwarze, 162 braune, 182 blonde Haare. Bei einem mittelmässig behaarten Manne fand derselbe auf ¼□″ auf dem Scheitel 293, am Kinn 39, an der Scham 34, am Vorderarme 23, auf dem äussern Rande des Handrückens 19, auf der vordern Seite des Schenkels 13 Haare. Beim Manne finden sich nicht selten gedrängt stehende Haare an Brust, Schultern und Extremitäten.

Die Haare stehen entweder einzeln oder je zu zweien oder dreien, selbst vieren und fünfen beisammen. Letzteres ist beim Fötus Regel, kommt aber auch beim Erwachsenen vorzüglich an Wollhaaren häufig noch vor. Wie *Osiander* und namentlich *Eschricht* gelehrt, ist die Richtung der Haare und Haarbälge selten gerade, sondern schief und zwar an den verschiedenen Stellen des Körpers in verschiedener Weise, was sich besonders leicht an den Haaren der Embryonen nachweisen lässt, jedoch, obschon minder deutlich, auch beim Erwachsenen sich kund gibt. Die Gesetzmässigkeit beruht darauf, dass die Haare in gebogenen Linien angeordnet sind, welche entweder nach bestimmten Puncten oder Linien zu convergiren oder von solchen nach zwei oder mehreren Richtungen divergiren, wodurch eine Menge Figuren entstehen, die man mit *Eschricht* als Ströme, Wirbel und Kreuze bezeichnen kann. Ströme mit convergirenden Haaren sind z. B. die Mittellinie des Rückens, der Brust, des Bauches, die Linie, die dem Schienbeinkamm entspricht u. s. w., solche mit Divergenz der Haare die Linie zwischen Brust und Bauch einerseits und dem Rücken andrerseits u. s. w.; Wirbel und Kreuze mit divergirenden Haaren kommen in der Achselgrube, dem Scheitel, dem innern Augenwinkel, solche mit convergirenden Haaren am Ellbogen vor. Mit Bezug auf das Speciellere ist auf *Eschricht*'s Abbildungen und Beschreibungen zu verweisen, wobei jedoch noch zu bemerken ist, dass auch in Betreff dieses Punktes mannigfaltige Variationen vorkommen und *Eschricht*'s Zeichnungen nur eine derselben darstellen.

§. 55.

Aeussere Eigenschaften und chemische Zusammensetzung der Haare. Bei Embryonen sind die Haare anfänglich meist fast ganz ungefärbt, wasserhell; sie färben sich ganz langsam nach und nach, so dass sie in der Jugend in der Regel heller sind als im mittleren Alter. Beim Erwachsenen sind die gewissermaassen auf embryonaler Stufe stehengebliebenen Wollhaare ohne Ausnahme die blassesten, die längeren immer dunkler, am dunkelsten die Kopf-, Bart- und Schamhaare. Die Haare sind sehr elastisch, dehnen sich nach *Weber*, ohne zu zerreissen, bis nahe um $^1/_3$ ihrer Länge aus und ziehen sich, wenn sie nur um $^1/_5$ ausgedehnt wurden, wieder so vollkommen zusammen, dass sie nur $^1/_{17}$ ausgedehnt bleiben. Dieselben nehmen leicht Wasser auf und geben es leicht wieder ab, sind daher bald trocken und spröde, bald feucht und weich, je nachdem die Haut oder Atmosphäre viel oder wenig Flüssigkeit enthält. Je nach den verschiedenen Graden von Feuchtigkeit, die sie führen, sind sie länger oder kürzer, worauf sich ihre Anwendung zu Hygrometern gründet. Ihre Festigkeit ist trotz ihrer Dehnbarkeit bedeutend, und es tragen Kopfhaare wenigstens bis auf 12 Loth ohne zu reissen.

Die chemische Zusammensetzung der Haare ist noch nicht hinlänglich aufgeklärt. Die Hauptmasse des Haares besteht aus einer stickstoffhaltigen, in Alkalien unter Entwicklung von Ammoniak löslichen, in kochender concentrirter Essigsäure unlöslichen Substanz. *Scherer* und *v. Laer* betrachten dieselbe als eine Schwefelproteinverbindung und letzterer nimmt ausserdem noch eine dem Leime verwandte Zwischensubstanz in geringerer Menge an, während *Scherer* einen zweiten von ihm gefundenen stickstoffhaltigen Körper als Zersetzungsproduct ansieht. *Mulder* erklärt die Substanz der Haare für Protein in Verbindung mit Sulphamid, von welchem in 100 Theilen 10% sich finden sollen. Ausser den stickstoffhaltigen Bestandtheilen führen die Haare, wie schon frühere Untersuchungen lehren, je nach der Farbe derselben dunkleres oder helleres Fett in ziemlicher Menge, welches durch Kochen in Aether und Alkohol ausgezogen werden kann. Von Horn und Epidermis unterscheiden sich die Haare nach *Mulder* besonders durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, eben dadurch auch von Eiweiss und Faserstoff. Der Fäulniss widerstehen die Haare besser als irgend ein anderer Theil des Körpers, so dass selbst Mumienhaare noch ganz unverändert gefunden werden; in Wasser lösen sie sich, ausser im Papinianischen Topfe, nicht auf. Durch Metalloxyde färben sich die Haare gerade wie die Oberhaut, so z. B. werden sie schwarz durch Silber und Mangansalze, indem Schwefelmetalle entstehen, Chlor bleicht sie. Die Asche beträgt ungefähr 1 — 2% und enthält Eisenoxyd (mehr in dunklen Haaren), Manganoxyd und Kieselerde (Spuren). Phosphorsaure Magnesia und schwefelsaure Thonerde fand *Jahn* in weissen Haaren, Kupfer soll nach *Laugin* in den grünlichen Haaren von Kupfer- und Messingarbeitern vorkommen.

§. 56.

Bezüglich auf den feinern Bau lassen sich an jedem Haare ohne Ausnahme zwei, an vielen selbst drei Substanzen unterscheiden: 1) die Rindensubstanz, besser Fasersubstanz, welche weitaus den bedeutendsten Theil des Haares ausmacht und seine Gestalt bedingt, 2) das Oberhäutchen, ein zarter äusserer Ueberzug der Fasersubstanz, 3) endlich die oft fehlende, im Centrum gelegene Marksubstanz.

Die Rinden- oder Fasersubstanz, *Substantia fibrosa s. corticalis*, ist längsstreifig, sehr oft dunkel punctirt und gestrichelt oder gefleckt, und, abgesehen von den weissen Haaren, wo sie durchscheinend ist, mehr oder minder intensiv gefärbt, welche Färbung bald durch die ganze Substanz ziemlich gleichmässig sich verbreitet, bald mehr auf gewisse längliche, granulirte Flecken sich concentrirt. Der feinere Bau der Haarrinde, die Bedeutung ihrer Flecken und Streifen kann nur mit Hülfe von Säuren und Alkalien, welche überhaupt bei der Erforschung der Haare eine Hauptrolle spielen, und durch anderweitige Manipulationen hinreichend aufgeklärt werden. Behandelt man ein Haar in der Wärme mit concentrirter Schwefelsäure, so lässt sich seine Fasersubstanz viel leichter als vorher in platte, verschieden (gewöhnlich 0,002–0,005‴) breite, lange Fasern zerlegen, die besonders durch ihre Starrheit und Brüchigkeit und ihre unregelmässigen, selbst zackigen Ränder und Enden sich auszeichnen und bei hellen Haaren eine helle, bei dunklen eine dunkle Färbung besitzen. Diese sogenannten Haarfasern sind aber noch nicht die Elemente der Rindensubstanz, vielmehr muss jede derselben als ein Aggregat von platten, mässig langen Faserzellen oder Plättchen angesehen werden, welche nach eindringlicher Behandlung eines Haares mit Schwefelsäure neben den Fasern in grosser Menge isolirt sich erhalten lassen. Dieselben (Fig. 64), die am besten als Plättchen der Fasersubstanz oder Faserzellen der

Fig. 64.

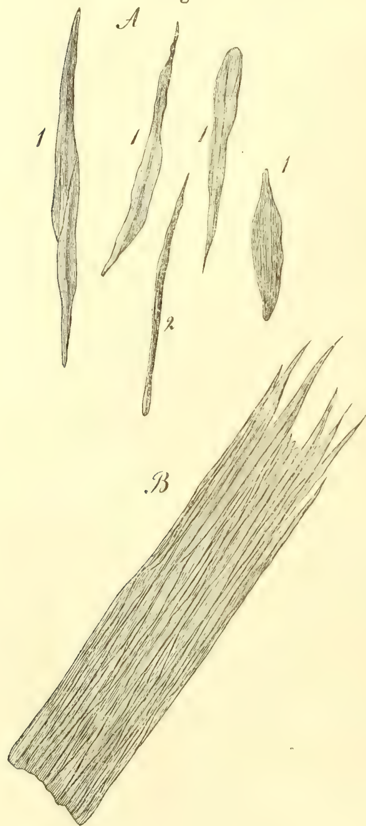


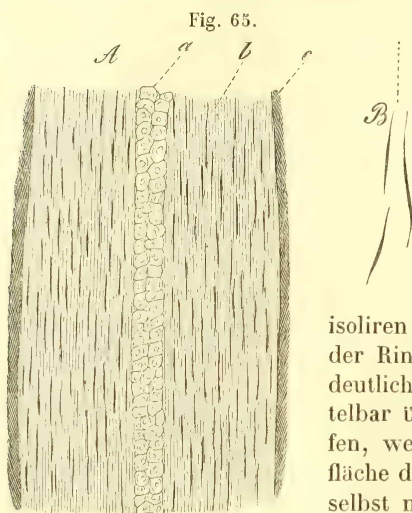
Fig. 64. Plättchen oder Faserzellen der Rindensubstanz eines mit Essigsäure behandelten Haares, 350mal vergr. *A*. Isolirte Plättchen, 1 von der Fläche (3 einzelne, 2 verbundene), 2 von der Seite. *B*. Eine aus vielen solchen Plättchen zusammengesetzte Lamelle.

Rinde bezeichnet werden, sind platt und im Allgemeinen spindelförmig, 0,024—0,033''' lang, 0,002—0,004''', selbst 0,005''' breit, 0,0012—0,0016''' dick, mit unebenen Flächen und unregelmässigen Rändern, quellen in caustischen Alkalien nicht zu Bläschen auf und zeigen im Innern sehr häufig einen dunkleren Streifen, von dem gleich weiter die Rede sein soll, unter gewissen Verhältnissen auch körniges Pigment; sonst sind sie homogen und lassen durchaus keine weiteren Elemente, wie z. B. Fibrillen, erkennen. Dieselben erscheinen der Länge nach fester mit einander verbunden als der Breite nach, daher auch die Rindensubstanz leicht in die langen, vorhin erwähnten Fasern sich spalten lässt. Die Fasern selbst, welche ich übrigens nicht gleichsam als zusammengesetzte Elemente der Rindensubstanz bezeichnen möchte, da ihre Elemente sich noch isoliren lassen und sie selbst viel zu unregelmässig sind, stellen, ohne so deutliche Lamellen zu bilden, wie z. B. die Plättchen des Nagels und der Epidermis, indem sie von allen Seiten mit einander sich verbinden, ein compactes Faserbündel dar und erzeugen eben hierdurch die Rindensubstanz, die Hauptmasse des Haares.

Die dunklen Flecken und Pünktchen und die Streifen der Rinde sind sehr verschiedener Natur und zwar vorzüglich 1) *körniges Pigment*, 2) mit *Luft* oder *Flüssigkeit erfüllte Hohlräume* und 3) *Kerne*. Die *Flecken* (Fig. 67) sind, wie besonders caustisches Kali und Natron lehren, die die Rindensubstanz ganz erweichen und aufquellen machen, ohne die Flecken anzugreifen, einem bedeutenden Theile nach nichts als *Aggregate von Pigmentkörnchen*, die in den Haarplättchen ihren Sitz haben, vorzüglich in dunklen Haaren häufig sind und in Bezug auf Grösse und Form sehr variiren. Eine zweite Art von dunklen Flecken gleicht den Pigmentablagerungen sehr, ergibt sich jedoch als *mit Luft erfüllte kleine Hohlräume*. Am besten studirt man dieselben in weissen Haaren, wo an eine Verwechslung derselben mit Pigment nicht zu denken ist. Hier sieht man durch die ganze Rindensubstanz runde Pünktchen von 0,0004—0,0008''' oder längliche Strichelchen von 0,004''' Länge, 0,0004—0,0008''' Breite, welche, bald spärlicher bald zahlreicher, unregelmässig linienförmig aufgereiht der Längsaxe des Haares parallel verlaufen. Dieselben fallen durch ihre dunklen Contouren und etwas lichtere Mitte beim ersten Blicke auf und erinnern an Fettkörnchen, für welche ich dieselben auch lange Zeit hielt, sind jedoch nichts als mit Luft gefüllte, winzig kleine Höhlen, die in blonden, hellbraunen und hellrothen Haaren ebenfalls und oft sehr zahlreich vorkommen, in ganz dunklen Haaren dagegen und in der untern Hälfte der Wurzeln aller Haare fehlen. Endlich kommen drittens in der Rinde noch mässig dunkle schmale Streifen oder Linien vor, die in dunklen Haaren gewöhnlich mit den Pigmentflecken in der Weise zusammenfallen, dass die Streifen die Enden der Flecken bilden oder wie eine Axe durch dieselben ziehen, in weissen und hellen Haaren nicht selten wie Verlängerungen der Lufträume erscheinen, jedoch in beiderlei Haaren auch selbständig für sich und wie

überhaupt in verschiedener Zahl und von ungleicher Deutlichkeit vorkommen (Fig. 64. *B*). Ich halte diese Streifen, die in marklosen blonden oder hellbraunen Haaren gewöhnlich am deutlichsten sind, einmal für den Ausdruck der Zusammensetzung des Haares aus den oben beschriebenen Faserzellen, mit andern Worten für die Grenzlinien der einzelnen Elemente der Rinde, und zweitens für die Kerne derselben. Es enthalten nämlich auch im Schafte des Haares die Rindenplättchen Alle 0,01—0,016''' lange, 0,0005—0,0012''' breite spindelförmige Kerne, die man durch Zerreiben in Natron gekochter weisser Haare selbst isoliren kann. Ausserdem zeigen sich in der Rindensubstanz und zwar besonders deutlich in einer weisslichen Stelle unmittelbar über der Zwiebel noch feine Streifen, welche von Unebenheiten der Oberfläche der Rindenplättchen erzeugt werden, selbst nach eindringlicher Behandlung mit Alkalien nicht leicht verschwinden, jedoch schliesslich einem feinfaserigen Wesen Platz machen; dieselben lassen sich nicht isoliren, zeigen sich aber auch an den durch Schwefelsäure für sich erhaltenen Stückchen der Rinde und selbst an einzelnen von deren Elementen (Fig. 66.) sehr deutlich.

Fig. 65.



Die bisher gegebene Schilderung der Rinde galt vorzüglich von dem Haarschaft. An der Haarwurzel finden sich, so lange dieselbe noch fest und spröde ist, im Wesentlichen dieselben Verhältnisse und erst in ihrer unteren Hälfte, wo sie allmälig weicher, zuerst feinfaserig und dann körnig wird, ändert sich der Bau der Rinde nach und nach. Hier nämlich werden die oben geschilderten Plättchen zuerst weicher und gestalten sich immer deutlicher als längliche Zellen (Fig. 66.) von 0,020—0,024''' Länge und 0,009—0,011''' Breite, deren stabförmige, gerade oder geschlängelte Kerne von 0,008—0,01''' bei Essigsäurezusatz äusserst kenntlich

Fig. 66.



Fig. 65. *A*. Ein Stück eines weissen Haares nach Behandlung mit Natron 350 mal vergr., *a*. kernhaltige Zellen des Markes ohne Luft, *b*. Rindensubstanz mit feiner Faserung und hervorgetretenen linienförmigen Kernen, *c*. Oberhäutchen mit stärker als gewöhnlich abstehenden Plättchen. *B*. Drei isolirte linienförmige Kerne aus der Rinde.

Fig 66. Zwei Zellen aus der Rinde der Haarwurzel (dem feinstreifigen Theile derselben dicht über der Zwiebel) mit deutlichen Kernen und streifigem Ansehen, 350 mal vergrössert.

werden und auch leicht sich isoliren lassen. Dann gehen, indem auch der faserige Bau sich immer mehr verliert, die weichen und schon verkürzten Plättchen in länglichrunde Zellen mit kurzen Kernen über, die endlich in die Elemente des untersten dicksten Theiles des Haares, des Haarknopfes oder der Zwiebel, ohne Unterbrechung sich fortsetzen. Diese (Fig. 67.) sind nichts anderes als runde Zellen von 0,003—0,006''', die dicht gedrängt beisammen liegen, und, ähnlich den Zellen der Schleimschicht der Epidermis, bald nur farblose Körnchen führen, bald mit dunklen Pigmentkörnchen so vollgepfropft sind, dass sie zu wahren Pigmentzellen werden. — Noch ist zu erwähnen, dass an der untern Hälfte der Wurzel auch das chemische Verhalten der Elemente der Rinde sich ändert, indem dieselben gegen Essigsäure, die die Plättchen des Schaftes durchaus nicht angreift, immer empfindlicher werden und auch in Alkalien viel schneller als im Schafte aufquellen und sich lösen.

Fig. 67.



Bezüglich auf die Farbe der Rindensubstanz ist zu bemerken, dass dieselbe einmal von den Pigmentflecken, dann von den Lufträumen und drittens von einem diffusen, mit der Substanz der Rindenplättchen verbundenen Farbstoffe herrührt. Ersteres oder das körnige Pigment zeigt alle Nüançen von Hellgelb durch Roth und Braun bis Schwarz; das diffuse fehlt in weissen Haaren gänzlich, ist in hellblonden spärlich, am reichlichsten in dunkelblonden und rothen, sowie in dunklen Haaren vorhanden, in denen es für sich allein eine intensiv rothe oder braune Farbe bedingen kann. Auf Rechnung dieser beiden Pigmente vorzüglich kommt die Farbe der Rinde, doch ist meist bald das eine, bald das andere vorwiegend, und möchten nur in ganz lichten und intensiv dunklen Haaren beide ungefähr gleichmässig entwickelt sein.

§. 57.

Die Marksubstanz, *Substantia medullaris*, ist ein in der Axe des Haares von der Gegend über der Zwiebel an bis nahe an die Spitze ziehender Streif oder Strang (Figg. 65. 68), der im Allgemeinen in den Wollhaaren und gefärbten Kopfhaaren häufig fehlt, in den dicken kurzen und stärkeren langen Haaren, sowie in weissen Kopfhaaren meist vorhanden ist. Kocht man weisse Haare mit caustischem Natron, bis sie aufquellen und sich zusammenkrümmen, so lässt sich oft schon ohne weiteres durch einfache Compression des weichen Haares die zellige Zusammensetzung des bei durchfallendem Lichte durchscheinend gewordenen Markcylinders erkennen (Fig. 65. *a*); zerzupft man ein solches Haar

Fig. 67. Zellen aus dem tiefsten Theile der Haarzwiebel 350 mal vergr., *a.* aus einer gefärbten Zwiebel mit Pigmentkörnern und etwas verdecktem Kern, *b.* von einem weissen Haar mit deutlichem Kern und wenig Körnchen.

Fig. 68.

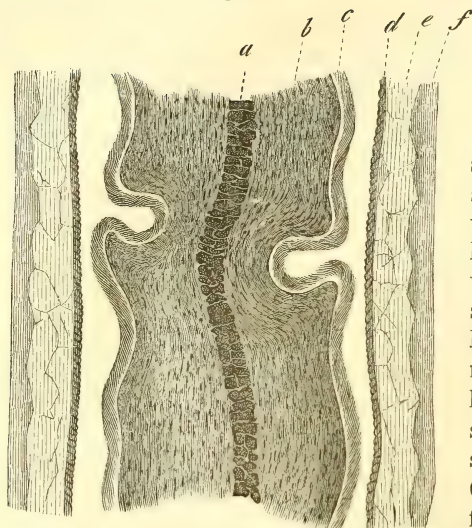


Fig. 69.



sorgfältig, so gelingt es sehr leicht, die Markzellen zu mehreren reihenweise verbunden und selbst ganz für sich zu isoliren (Fig. 69). Es sind dieselben rechteckige oder viereckige, seltener mehr rundliche oder spindelförmige Zellen von 0,007—0,01''' Durchmesser, hie und da mit dunklen Körnchen wie Fett und mit einem rundlichen, in vielen Fällen, wo das Alkali nicht zu sehr eingewirkt hat, deutlich sichtbaren hellen Fleck von 0,0016—0,002''', welcher offenbar ein Kernrudiment darstellt und durch Natron selbst etwas aufzuquellen scheint. Im frischen Haar ist das Mark im Schafte silberweiss oder dunkel, welches Ansehen, wie viele günstigere Objecte lehren, von rundlicheckigen, je nach der Beleuchtung schwarzen (undurchsichtigen) oder weissen glänzenden Körnchen von ziemlich gleichmässiger, jedoch je nach den Haaren wechselnder Grösse von 0,0002—0,002''' erzeugt wird, die in grosser Menge die Markzellen erfüllen (Fig. 68). Diese Körner sind nicht Fett oder Pigment, wie man bis vor kurzem allgemein annahm, sondern L u f t b l ä s c h e n, wie sich mit Leichtigkeit ergibt, wenn man ein weisses Haar in Wasser oder Aether kocht oder mit Terpentinöl behandelt, in welchen beiden Fällen das Mark ganz hell und durchscheinend wird. Trocknet man ein solches mit Wasser behandeltes Haar zwischen zwei Fingern, so nimmt es rasch, oft im Nu, auch für das blosse Auge sichtbar, seine alte weisse Farbe wieder an, und legt man es gleich nach dem Abtrocknen ohne Flüssigkeit oder nur mit einem Ende in solcher unter das Mikroskop, so ist nichts leichter als den Wiedereintritt der Luft und das Wiederdunkelwerden des Markes auch so zu sehen. Aber nicht nur bei weissen, sondern auch bei gefärbten Haaren enthält das Mark, frisch untersucht, Luft, doch erscheint dasselbe hier nicht rein silberweiss, sondern mit einem Stich ins Blonde, Rothe, Braune, welche Farbe jedoch nicht von einem besonderen Pigmente,

Fig. 68. Ein Theil der Wurzel eines dunklen Haares, leicht mit Natron behandelt, 250 mal vergr., *a.* Mark, noch lufthaltig und mit ziemlich deutlich hervortretenden Zellen, *b.* Rinde mit Pigmentflecken, *c.* innere Lage des Oberhäutchens, *d.* äussere Lage desselben, *e.* innere Lage der innern Wurzelscheide (*Huxley's* Schicht), *f.* äussere durchlöcherte derselben (*Henle's* Schicht).

Fig. 69. Acht Markzellen mit blassen Kernen und fettartigen Körnchen aus einem mit Natron behandelten Haar, 350 mal vergr.

das nur im Marke dunkler Haare hie und da sich findet, sondern von dem Durchschimmern durch die gefärbte Rindensubstanz herrührt. Eine genauere Untersuchung der Markzellen lehrt, dass dieselben im frischen Zustande in einem zäheren Inhalte viele kleine rundliche Hohlräume enthalten, in denen eben die Luftbläschen sitzen, die ihnen das beschriebene körnige Ansehen ertheilen. Beobachtet man, wie die ausgetriebene Luft das Mark eines getrockneten Haares wieder erfüllt, so glaubt man zu sehen, dass alle Hohlräume einer und derselben Zelle miteinander communiciren, wenigstens gelangt die Luft häufig in continuirlichen, sich schlängelnden Strömchen aus einem Hohlraum in den andern, ja man möchte fast glauben, dass die Hohlräume benachbarter oder vieler Zellen zusammenhängen, wenn man hin und wieder die Luft blitzesschnell das Mark erfüllen sieht. Dem mag in einigen Fällen so sein, es ist jedoch gedenkbar, dass auch, wenn die besagten Hohlräume der verschiedenen Zellen ganz geschlossen, und nur durch zarte Scheidewände von einander getrennt sind, die Luft ebenfalls rasch und unter den bezeichneten Erscheinungen das Mark zu füllen im Stande ist. Uebrigens sind die Vacuolen der Markzellen, mögen sie nun ganz geschlossen sein oder nicht, verschieden gross, indem das Ansehen des lufthaltigen Markes bald fein- bald grobkörnig ist. Ich habe auch Fälle gesehen, wo die Markzellen offenbar jede nur Eine grosse Luftblase enthielten und fast wie kleine Fettzellen sich ausnahmen. Sehr häufig finden sich im Marke einzelne grössere oder kleinere luftleere und daher blasse Stellen und constant ist dies bei den untersten Theilen des Markes dicht über der Zwiebel der Fall.

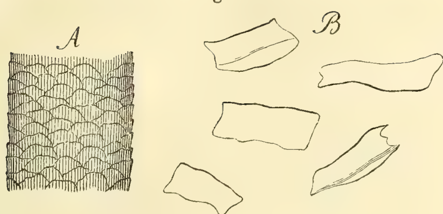
Mark und Rinde sind, wenn man die Elemente beider in ihren Extremen vergleicht, bedeutend von einander verschieden; hier starre, homogene lange Plättchen fast ohne Inhalt, dort rundliche Bläschen mit Flüssigkeit oder Luft gefüllt. Fasst man jedoch alle Verhältnisse ins Auge, so wird man finden, dass die Grenzen nicht immer so scharf, oft kaum merkliche sind. So sind z. B. einerseits die Markzellen gar nicht selten länglich oder kurz spindelförmig, andrerseits die Plättchen der Rinde mit einer bedeutenden pigmenthaltenden Höhlung versehen. Halten solche Plättchen, wie es auch, obschon nicht häufig, vorkommt, statt des Pigmentes oder der kleinen Luftbläschen in einem grösseren Cavum Luft, so wird es schon schwieriger die beiderlei Elemente von einander zu unterscheiden, um so mehr, wenn wie in rothen Haaren Mark und Rinde stellenweise oder auf lange Strecken gar nicht scharf von einander sich abgrenzen, indem die Zellen des erstern an der Oberfläche des Markes zerstreut stehen und ganz allmälig in viel Luft haltende und sehr zahlreich beisammenstehende Plättchen der Rinde übergehen. Hiermit soll keineswegs eine Identität von Mark und Rinde behauptet, sondern nur das Vorkommen von Uebergängen und die Existenz von geringeren Differenzen, als man sie zu statuiren geneigt ist, nachgewiesen sein.

Der Durchmesser des Markes verhält sich im Allgemeinen zu dem des Haares selbst wie 1 : 3—5; relativ und absolut am dicksten ist dasselbe in kurzen dicken Haaren, am dünnsten in Woll- und Kopfhaaren. Auf dem Querschnitte bildet es eine runde oder abgeplattete Figur, und die Zellen, die dasselbe zusammensetzen, stehen in 1 — 5, selbst noch mehr Längsreihen.

Die Marksubstanz, deren Zellen *G. H. Meyer* zuerst genauer beschrieben hat, variirt unter allen Bestandtheilen des Haares am allermeisten. In Wollhaaren und Kopfhaaren soll sie nach Einigen gänzlich fehlen, was dahin zu berichtigen ist, dass sie allerdings in ersteren meistens, in letzteren häufig, vielleicht häufiger bei gewissen Individuen fehlt. In weissen Haaren, auch Kopfhaaren, von einiger Länge und Stärke habe ich dieselbe nicht nur nie vermisst, sondern ohne Ausnahme am schönsten ausgeprägt gesehen. Der Markstrang ist in seltenen Fällen ganz doppelt (*Bruns*, Abbildung bei *Hassall*), häufiger stellenweise in zwei sich bald wieder vereinende Stränge aufgelöst. Im untern Theile der Wurzel wird das hier helle Mark oft dicker und zeigt die Kerne seiner Zellen, besonders auch nach Essigsäurezusatz, recht deutlich. — Von der Marksubstanz behaupten *Steinlin* und *Eylandt*, dass dieselbe nicht dem eigentlichen Haare, sondern der Papille desselben angehöre und ursprünglich eine Verlängerung derselben in den freien Theil der Haare darstelle, die dann vertrockne. Dies ist unrichtig. Die Haarpapille oder der Haarkeim ist ein Theil der Lederhaut und wie die Papillen dieser zusammengesetzt, während das Haarmark aus isolirten Zellen besteht, die durch ihre Resistenz gegen Alkalien ganz an die der Epidermis sich anreihen. Dagegen verlängert sich bei Thieren, wie man schon längst weiss und in der neusten Zeit besonders *Bröcker* dargethan hat, die Haarpapille oft weit, selbst bis in die Spitze von Haaren, Borsten und Stacheln, und trocknet später ein, allein hier zeigt dieselbe nach *Bröcker* nie, selbst nach Einwirkung von Kali nicht, eine zellige Textur, während diese in der oft ebenfalls vorhandenen Marksubstanz immer deutlich ist. Eine solche Verlängerung der Papille mag bis zu einem gewissen Grade vielleicht auch hie und da beim Menschen sich finden, wie denn auch *Henle* dieselbe einige Male in eine kurze Spitze ausgezogen fand, allein etwas der Art wäre von der genuinen zelligen Marksubstanz ebenso bestimmt zu unterscheiden wie bei Thieren.

§. 58.

Das Oberhäutchen des Haares, *Cuticula*, ist ein ganz dünnes, durchsichtiges Häutchen, welches einen vollkommenen Ueberzug über das Haar bildet und mit der Rindensubstanz sehr fest verbunden ist. In seiner normalen Lage und an einem unveränderten Haare betrachtet, gibt es sich fast durch nichts kund als durch viele dunklere, netzförmig verbundene, unregelmässige und selbst zackige Linien, die 0,002—0,006''' von einander abstehen und quer um das Haar herumziehen, hie und da auch durch kleine sägenförmige Zacken am scheinbaren Rande desselben (Fig. 70. *A*); behandelt man dagegen ein Haar mit Alkalien, so löst sich dasselbe in grösseren oder kleineren Lamellen von der Fasersubstanz und zerfällt selbst in seine Elemente. Diese sind ganz platte, im allgemeinen durchsichtige und blassrandige, vier- oder rechteckige,



kernlose Plättchen (Fig. 70. *B*), die in keinem Reagens zu Bläschen aufquellen und, wie Ziegel eines Daches verbunden, eine einfache Membran darstellen, die die Haarrinde vollständig umgibt, und zwar so, dass die tieferen oder unteren Zellen die oberen decken. Auch in Schwefelsäure lässt das Oberhäutchen seinen Bau leicht erkennen; das Haar wird an den Rändern von den sich aufrichtenden Plättchen wie filzig, und durch Schaben oder Reiben ist das Oberhäutchen zwar weniger leicht in grösseren Lamellen, wohl aber in seinen Elementen zu erhalten.

Das Oberhäutchen besteht am Haarschafte nur aus einer einzigen, 0,002—0,003''' dicken Lage von Plättchen, die in der Querrichtung des Haares 0,024—0,028''', 0,016—0,02''' in der Längenrichtung messen und kaum dicker als 0,0005''' sind. Derselbe Bau findet sich auch an dem obern Theile der Haarwurzel, an dem untern Theile derselben kommen dagegen, so weit als die innere Wurzelscheide reicht, constant zwei Lagen des Oberhäutchens vor. Die äussere (Fig. 68*d*) tritt besonders bei Zusatz von Kali und Natron hervor, zieht sich bei etwelchem Druck häufig zugleich mit der innern Wurzelscheide von dem Haare ab, während die innere Lage, wellenförmig sich biegend, auf der Rindensubstanz liegen bleibt, und ist dannzumal sowohl in der Profil-, als in der Flächenansicht leicht zu studiren. An ausgerissenen Haaren findet sich diese Schicht nur dann vor, wenn dieselben noch von der innern Wurzelscheide überzogen sind, sonst bleibt sie im Haarbalge zurück. Ihre Elemente sind ebenfalls kernlose, dachziegelförmig sich deckende, breite, in Alkalien nie aufquellende und sehr schwer lösliche Zellen, die jedoch dicker sind als die der andern Lage, und in der Richtung des Längendurchmessers des Haares nur 0,002—0,004''' messen. Die ganze äussere Schicht misst 0,0016—0,002''', während die innere Lage an der Wurzel 0,0025—0,0035''' Dicke besitzt. — An der Haarzwiebel gehen beide Lagen von Oberhautplättchen mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige weiche Zellen über (siehe meine mikr. Anat. Taf. II. Fig. 1. *n*), die in der Querrichtung der Haarzwiebel breit, sehr kurz in der Richtung der Längenaxe derselben und etwas länger in ihrem dritten Durchmesser sind, der senkrecht oder schief auf die Längsaxe des Haares steht. Dieselben werden von Alkalien leicht aber selbst von Essigsäure angegriffen, besitzen ohne Ausnahme quere

Fig. 70. *A*. Oberfläche des Schaftes eines weissen Haares, 160 mal vergr. Die gebogenen Linien bezeichnen die freien Ränder der Oberhautplättchen. *B*. Durch Natron isolirte Oberhautplättchen von der Fläche, 350 mal vergr. — Von den längeren Rändern derselben sind entweder nur der eine oder beide mehr oder weniger umgeschlagen und daher dunkel.

und ziemlich lange Kerne und gehen endlich am Ende der Zwiebel in die schon beschriebenen, dieselbe bildenden runden Zellen über.

§. 59.

Die Haarbälge, *Folliculi pilorum*, sind 1—3‴ lange, flaschenförmige Säckchen, welche die Haarwurzeln ziemlich dicht umschliessen und bei Wollhaaren in der Substanz der oberen Lagen der Lederhaut drinliegen, bei starken oder langen Haaren dagegen meist bis in die tiefen Theile derselben hineinragen und selbst mehr oder weniger weit in das Unterhautzellgewebe sich erstrecken. Dieselben sind einfach als eine Fortsetzung der Haut mit ihren beiden Bestandtheilen, der Lederhaut und der Epidermis, zu betrachten, und demgemäss unterscheidet man auch an jedem von ihnen einen äusseren faserigen gefässreichen Theil, Haarbalg im engern Sinne, und eine gefässlose, aus Zellen bestehende Auskleidung desselben, Epidermis des Haarbalges, oder weil sie die Wurzel des Haares zunächst umgibt, Wurzelscheide, *Vagina pili*.

§. 60.

Der Haarbalg im engern Sinne besteht aus zwei Faserhäuten, einer äussern und einer innern und aus einer structurlosen Haut, hat im Mittel 0,015—0,022‴ Dicke und besitzt als ein eigenthümliches Gebilde in seinem Grunde die Haarpapille.

Die äussere Faserhaut (Fig. 63. *h*), die dickste der drei Lagen des Haarbalges bedingt die äussere Form desselben und hängt in ihrem obersten Theile sehr innig mit der Lederhaut zusammen. Dieselbe besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit longitudinal verlaufenden Fasern, ohne Beimengung von elastischen Fasern, aber mit ziemlich vielen länglichen, spindelförmigen Kernen, enthält ein ziemlich reichliches Netz von Capillaren und lässt auch einzelne Nervenfasern mit spärlichen Theilungen erkennen.

Die innere Faserhaut (Fig. 71 *a*) ist beträchtlich zarter als die äussere

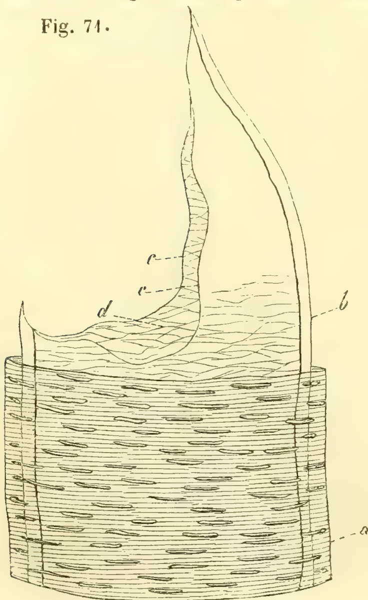


Fig. 71. Ein Stückchen von der Querfaserlage und der structurlosen Schicht (Glashaut) eines Haarbalges des Menschen mit Essigsäure behandelt, 300 mal vergr. *a*. Querfaserlage mit länglichen queren Kernen; *b*. Glashaut im scheinbaren Querschnitt; *c*. Ränder derselben, da wo der Schlauch, den sie bildet, zerrissen ist; *d*. feine quere, zum Theil anastomosirende Linien (Fasern?) auf ihrer innern Fläche.

und erstreckt sich, überall gleich dick und von glatten Flächen begrenzt, vom Grunde des Haarbalges nur bis in die Gegend, wo die Talgdrüsen einmünden. Sie ist allem Anscheine nach gefäss- und nervenlos und besteht aus einer einfachen Lage querverlaufender Fasern mit langen schmalen Kernen, die besonders an leeren Haarbälgen starker und feiner Haare mit oder ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu sehen sind und an glatte Muskelfasern erinnern, jedoch nicht vollständig sich isoliren und wirklich als spindelförmige einkernige Fasern sich erkennen lassen, wesshalb ich auch, umsomehr, als über allfällige Contractionen von Haarbälgen keine Thatsachen vorliegen, mich über deren Natur vorläufig nicht mit Bestimmtheit äussern mag.

Die dritte Schicht endlich (Fig. 71. *b*) ist eine glashelle, structurlose Haut, die beim Ausreissen der Haare ohne Ausnahme im Haarbalge zurückbleibt und vom Grunde desselben an, jedoch, wie es scheint, ohne die Haarpapille zu überziehen, so weit als die innere Wurzelscheide und vielleicht noch höher sich erstreckt. Dieselbe erscheint am unverletzten Haarbalge nur als ein ganz blasser Streifen von 0,001—0,0015''', selten bis 0,002''' Dicke zwischen der äussern Wurzelscheide und der Querfaserlage des Haarbalges, lässt sich aber durch Präparation eines leeren Haarbalges leicht in grösseren Fetzen erhalten und zeigt sich dann aussen glatt, innen mit ganz zarten, queren, oft anastomosirenden Linien bedeckt, die, wie die Haut selbst, in verdünnten Säuren und Alkalien sich nicht verändern. Weder Alkalien noch Säuren bringen an dieser Haut Zellen oder Kerne zum Vorschein, und gehört dieselbe daher in die Kategorie der ächten structurlosen Häute.

Die Haarpapille, *Papilla pili* (Fig. 63. *i*), weniger passend auch Haarkeim, *Pulpa pili*, genannt, gehört dem Balge an und entspricht einer Cutispapille. Dieselbe zeigt sich meist nur undeutlich, namentlich bei dunklen Haaren mit gefärbter Zwiebel, indem sie entweder nur als ein hellerer, undeutlich begrenzter Fleck erscheint oder nach dem Ausreissen der Haare von den Zellen der Zwiebel noch so bedeckt ist, dass man auch nicht aus ihr klug wird; nur in Haarbälgen weisser Haare kann man sie häufiger, ohne sie ganz zu isoliren, in ihren Umrissen erkennen, namentlich wenn man noch einen etwelchen Druck zu Hülfe nimmt. Dagegen nützen Reagentien durchaus nichts, denn sie greifen die Papille fast ebenso an, wie die Haarzwiebel, mit einziger Ausnahme einer verdünnten Natronlösung, in der dieselbe anfänglich wenigstens noch ihre Umrisse behält, während die Zellen der Zwiebel schon sich lösen und aus dem Balge herausdrücken lassen. Dieselbe ist eine schöne, ei- oder pilzförmige, $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{40}$''' lange, $\frac{1}{11}$—$\frac{1}{20}$''' breite Papille, die durch einen Stiel mit der Bindegewebslage des Balges zusammenhängt, eine vollkommen scharfe Begrenzung, so wie eine ganz glatte Oberfläche besitzt und im Bau ganz an die Cutispapillen sich anschliesst und aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit einzelnen Kernen und Fettkörnchen, aber nicht aus Zellen besteht. Ich habe mir alle Mühe gegeben, in den von mir ge-

sehenen ganz isolirten Haarpapillen Gefässe und Nerven zu entdecken, allein vergebens; selbst Essigsäure und verdünntes Natron, die in solchen Fällen sonst so gute Dienste leisten, liessen mich im Stich, und gerade so erging es auch *Hassall* und *Günther*. Hieraus ist jedoch noch nicht zu folgern, dass die Papille keine Gefässe und Nerven besitzt, denn wir wissen, dass auch an andern Orten, wo Gefässe bestimmt vorhanden sind, dieselben oft sich gänzlich dem Blicke entziehen, wie z. B. in Hautpapillen und noch öfter in Darmzotten, ebenso die Nerven in den Papillen der *Cutis*. Bei Thieren sind die Gefässe zum Theil sehr leicht zu sehen.

§. 61.

Die Wurzelscheiden oder die Epidermisbekleidung des Haarbalges hängen continuirlich mit der Oberhaut um die Mündungen der Haarbälge zusammen und zerfallen in eine äussere und eine innere scharf von einander getrennte Lage.

Die äussere Wurzelscheide ist die Fortsetzung des *Stratum Malpighii* der Oberhaut und kleidet den ganzen Haarbalg aus, indem sie in seiner untern Hälfte der beschriebenen Glashaut, weiter oben, wo diese und die Querfasern nicht mehr da sind, der longitudinalen Faserschicht unmittelbar aufsitzt. Im Bau entspricht dieselbe vollkommen der *Malpighi*'schen Schicht auch darin, dass ihre äussersten Zellen, die beim Neger nach *Krause* überall und bei Weissen wenigstens an den Haaren der *Labia majora* nach obenzu braun sind, senkrecht stehen. Im Grunde des Haarbalges hängt die äussere Scheide, indem ihre Zellen gleichmässig rund werden, continuirlich und ohne Abgrenzung mit den rundlichen Zellen der Haarzwiebel, die die Haarpapille überziehen, zusammen. Die äussere Wurzelscheide ist im Allgemeinen ungefähr 3—5mal so dick als die innere Scheide, verdünnt sich aber nicht selten nach oben zu etwas und läuft nach unten ohne Ausnahme in eine ganz schmale Lamelle aus. An stärkeren Haaren misst sie in der Mitte der Wurzel 0,018—0,03''' und hat 5—12 Lagen von Zellen.

Die innere Wurzelscheide (Fig. 68. *e, f*) ist eine durchsichtige Haut, welche fast vom Grunde des Haarbalges an über etwa ⅔ desselben sich erstreckt und dann scharf abgeschnitten endet. Dieselbe ist äusserlich mit der äussern Scheide, innerlich mit dem Oberhäutchen des Haares (der äussern Lage desselben) fest verbunden, so dass normal kein Zwischenraum zwischen ihr und dem Haare sich befindet, zeichnet sich besonders durch ihre grössere Festigkeit und Elasticität aus und besteht, abgesehen von ihren untersten Theilen, aus zwei oder selbst drei Lagen polygonaler, länglicher, durchsichtiger und etwas gelblicher Zellen, die alle mit ihrer Längsaxe derjenigen des Haares parallel laufen (Fig. 68). Die äusserste Lage (Fig 72. *A*), die früher allein bekannt war, innere Wurzelscheide von *Henle*, wird von längeren, kernlosen Zellen von 0,016—0,02''' Länge und 0,004—0,006''' Breite gebildet, die der Länge nach stark zusammenhängen und bei den gewöhnlichen

Untersuchungsweisen nach Zusatz von Essigsäure, Natron oder Kali, die das Haar aufquellen machen, und beim Zerzupfen längliche schmalere und weitere Spalten zwischen sich enthalten und das Bild einer durchlöcherten Membran geben. An ganz frischen Haaren sieht man jedoch, wenn alle Reagentien und mechanischen Eingriffe vermieden werden, an der oberen Hälfte der fraglichen Schicht von Oeffnungen meist keine Spur und an der unteren (von der feinfaserigen Stelle der Rinde an aufwärts) höchstens Andeutungen derselben in Gestalt von, je nach der Einstellung, helleren oder dunkleren Strichen, ähnlich denen der Rinde des Schaftes; es bleibt daher kaum etwas anderes übrig, als die Oeffnungen, wie man sie gewöhnlich sieht, von 0,005—0,008‴ Länge und 0,001—0,003‴ Breite für durch künstliche Zerrung der Membran erzeugte zu erklären. In der Wurzelscheide kommen zweitens auch Zellen vor, die nie Lücken zwischen sich darbieten. Dieselben (Fig. 72. *B*), die eine einfache oder doppelte Lage ausmachen (*Huxley's* Schicht), liegen constant nach innen von der gewöhnlich perforirten Schicht, die ich immer nur als einfache Zellenlage gesehen, sind kürzer und breiter als die schon beschriebenen Zellen (0,014 bis 0,018‴ lang, 0,006 bis 0,009‴ breit), jedoch ebenfalls polygonal, und besitzen wenigstens in der untern Hälfte der Wurzelscheide deutliche, längliche, oft in Spitzen verlängerte Kerne von 0,004—0,006‴. Der Durchmesser der ganzen innern Wurzelscheide beträgt im Mittel 0,006—0,015‴, woraus ersichtlich ist, dass die Zellen derselben, die höchstens drei Lagen bilden, mindestens 0,002—0,005‴ Dicke besitzen. Dieselben sind ohne weiteres in ihrer natürlichen Lage und beim Zerzupfen der Wurzelscheide zu erkennen und isoliren sich in Natron und Kali leicht (Fig. 72.), jedoch ohne aufzuquellen, was, so wie

Fig. 72.

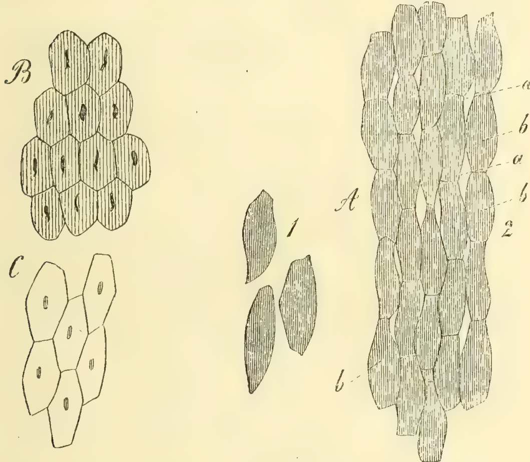


Fig. 72. Elemente der innern Wurzelscheide, 350 mal vergr. *A*. Aus der äussern Schicht 1) isolirte Plättchen derselben; 2) dieselben im Zusammenhang aus den obersten Theilen der fraglichen Lage nach Behandlung mit Natron, *a*. Oeffnungen zwischen den Zellen *b*. *B*. Zellen der innern nicht perforirten Schicht mit länglichen und leicht zackigen Kernen. *C*. Kernhaltige Zellen des einschichtigen untersten Theiles der innern Scheide.

die bedeutende Resistenz derselben in Alkalien überhaupt, ein Charakter dieser Zellen ist, den sie nur noch mit den Oberhautplättchen des Haares theilen.

Im Grunde des Haarbalges besteht die innere Wurzelscheide nur aus einer einzigen Lage schöner, grosser, polygonaler, kernhaltiger Zellen ohne Oeffnungen zwischen denselben (Fig. 72. *C*) welche, zuletzt weich, zart und rundlich geworden, ohne scharfe Grenzen in die äussern Lagen der runden Zellen der Haarzwiebel übergehen. Nach oben steht diese Hülle nicht selten etwas von dem Haare ab und endet unweit der Einmündungsstelle der Talgdrüsen mit einem scharfen gezackten Rande, welcher durch die einzelnen mehr oder weniger vorragenden Zellen derselben gebildet wird. Von da an aufwärts wird ihre Stelle von einer anfangs noch kernhaltigen bald kernlosen Zellenlage eingenommen, die, je weiter nach oben, um so mehr der Hornschicht der Oberhaut gleicht und auch ununterbrochen in dieselbe übergeht, jedoch keine directe Fortsetzung der innern Wurzelscheide ist.

§. 62.

Entwicklung der Haare. Die ersten Anlagen der Haare sind von der Schleimschicht der Oberhaut aus durch eine Wucherung derselben nach innen gebildete flaschenförmige solide Fortsätze, in denen dann ein verschiedenes Verhalten der innern und äussern Zellen eintritt in der Weise, dass die ersteren einmal ganz in der Axe der Haaranlage zu einem kleinen zarten Haar, und zweitens rings um dasselbe herum zu einer innern Scheide desselben verhornen, während die letztern mehr unverändert und weich bleiben und als äussere Scheide und weiche Zellen der Haarzwiebel erscheinen. Hierbei erscheinen Haare und Scheiden gleich in ihrer Totalität, jene als kleine Härchen mit Wurzel, Schaft und Spitze, und bildet sich nicht etwa, wie bei den Zähnen zuerst die Krone, so nur die Spitze, noch weniger, wie *Simon* angenommen hatte, die Wurzel. — Die Elemente der jüngsten Haare sind nichts als verlängerte Zellen, ähnlich denen der Rinde der spätern Haare, deren Entstehung durch Verlängerung und chemische Umwandlung der innersten Zellen der Haaranlagen vor sich geht. Markzellen fehlen gänzlich, dagegen ist das Oberhäutchen deutlich vorhanden. Die innere Scheide ist streifig, hat keine Lücken und besteht aus länglichen Zellen, die aus den zwischen Haar und äusserer Scheide gelegenen Zellen sich entwickelt haben. — Der eigentliche Haarbalg bildet sich in seinen Faserlagen wesentlich *in loco* aus den die Haaranlage umgebenden Bildungszellen der *Cutis,* kann aber möglicherweise auch als eine Einstülpung der *Cutis* durch die hervorsprossenden Oberhautfortsätze gedacht werden. Sein structurloses Häutchen, das schon so früh erscheint, möchte in einer engen Beziehung zu den äusseren Zellen der Haaranlagen, resp. der äussern Wurzelscheide stehen und ähnlich den *Membranae propriae* der Drüsen durch

eine Ausscheidung derselben sich bilden, und was die Haarpapille anlangt, so ist kaum etwas anderes möglich, als dieselbe für eine Wucherung des faserigen Theiles der Haarbälge zu halten, analog den Lederhautpapillen überhaupt, doch spricht hiergegen scheinbar der Umstand, dass sie zu einer Zeit erscheint, wo der Haarbalg noch kaum als Ganzes sich nachweisen lässt, und dass sie immer mit der Anlage von Haar- und Wurzelscheiden sich herauszieht.

Die ersten Anlagen der Wollhaare und ihrer Scheiden finden sich bei menschlichen Embryonen am Ende des dritten oder im Anfange des vierten Monates an Stirn und Augenbrauen und bestehen aus 0,02‴ grossen Zellenhäufchen von warzenförmiger Gestalt (Fig. 73.), die schon dem blossen Auge als winzig kleine, zahlreiche, von regelmässigen Zwischenräumen getrennte, weissliche Pünktchen sichtbar sind. Dieselben hängen mit dem *Rete Malpighii* der Oberhaut continuirlich zusammen und sind nichts anderes als ganz solide Fortsätze desselben, welche in schiefer Richtung in die Lederhaut eindringen und hier in den Maschen eines zierlichen Capillarnetzes drin liegen; ihre Zellen zeigen sich rund, 0,003 — 0,004‴ gross und mit einer hellen körnigen Masse und runden Kernen von 0,002 — 0,003‴ versehen. Von einer Umhüllung dieser Anlagen mit einem Theile der *Cutis* war keine Spur zu sehen, mit andern Worten das, was ich oben den eigentlichen Haarbalg genannt habe, noch gar nicht angelegt. In der 15. Woche waren die Fortsätze schon grösser (0,025—0,03‴ lang, 0,013—0,02‴ breit), flaschenförmig von Gestalt und von einer zarten structurlosen Hülle umgeben, die continuirlich in ein zwischen *Rete Malpighii* und *Cutis* gelegenes und mit ersterem fester verbundenes zartes Häutchen sich fortsetzte. Ausser dieser Hülle, die wohl nichts anderes als die auch an den ausgebildeten Haarbälgen vorhandene, von mir aufgefundene structurlose Membran (siehe §. 60.) ist, kommt an den Haarbälgen noch eine äussere Zellenlage vor, die meist nur in Fetzen, selten ganz mit denselben von der *Cutis* sich ablöst, in welcher ich die erste Andeutung der Faserlagen der Haarbälge sehe. In der 16. und 17. Woche vergrössern sich die Fortsätze der Schleimschicht, die ich nun einfach Haaranlagen nennen will, bis zu 0,04—0,06‴ Länge und 0,03—0,04‴ Breite, verstärken sich in ihren Hüllen, lassen jedoch noch keine Spur eines Haares erkennen. Erst in der 18. Woche zeigen sich an den Augenbrauen die ersten Andeutungen der Haare in Haaranlagen von 0,1 und 0,2‴, indem die centralen Zellen derselben etwas sich verlängern und mit ihrer Längsaxe denjenigen der Anlagen sich gleichstellen, während die peripherischen Zellen mit ihrem nun ebenfalls länger gewordenen einen Durchmesser sich in die Quere legen. So entsteht eine verschiedene Schattirung der bisher noch ganz gleichmässig gebauten Haaranlagen und grenzt sich in denselben eine centrale kegelförmige, unten breite, nach oben spitz auslaufende Masse von einer unten schmalen, oben stärkeren Rinde ab. Ist die Haaranlage 0,22‴ lang, so wird diese Abgrenzung noch deutlicher, indem dann der etwas länger und besonders breiter

Fig. 73.

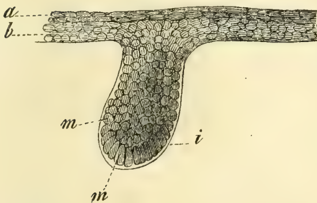


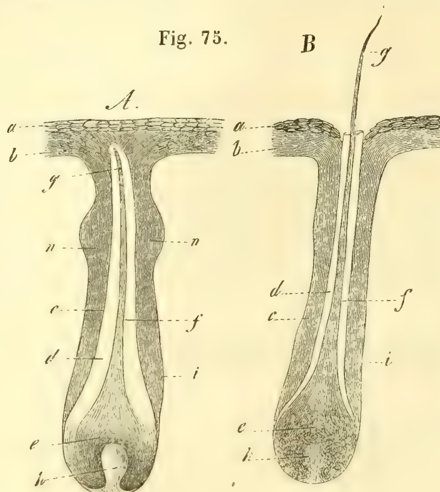
Fig. 73. Haaranlage von der Stirn eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo, 350 mal vergr.; *a.* Hornschicht der Oberhaut; *b.* Schleimschicht derselben; *i.* structurlose Haut aussen um die Haaranlage herum, die sich zwischen Schleimschicht und Corium fortzieht; *m.* rundliche, zum Theil längliche Zellen, welche die Haaranlage vorzüglich zusammensetzen.

gewordene innere Kegel ein lichteres Ansehen gewinnt (Fig. 74). Endlich scheidet sich auch an Haaranlagen von 0,28''' der innere Kegel in zwei Gebilde, ein centrales, etwas dunkleres und ein äusseres, ganz durchsichtiges, glashelles Haar und innere Wurzelscheide, während nunmehr die peripherischen, undurchsichtig gebliebenen Zellen als äussere Wurzelscheide nicht zu verkennen sind (Fig. 75. *A*). Zugleich tritt die schon früher (Fig. 74.) in schwachen Spuren sicht-

Fig. 74.



Fig. 75.



bare Haarpapille deutlicher hervor und wird auch der eigentliche Haarbalg kenntlicher, indem die äusserlich an seiner structurlosen Haut gelagerten Zellen in Fasern überzugehen beginnen, und schon jetzt in ihrer sich kreuzenden Richtung sich kund geben. — Vollkommen in derselben Weise, wie an den Augenbrauen, entstehen auch die Haarbälge und Haare an den übrigen Orten, nur fällt ihre Bildung in eine etwas spätere Zeit. In der 15. Woche sind ausser an Stirn und Brauen noch keine Haaranlagen sichtbar, in der 16. und 17. Woche treten sie am ganzen Kopfe, Rücken, Brust und Bauch auf, in der 20. Woche erst an den Extremitäten. Die Haare selbst zeigen sich nie früher als 3 — 5 Wochen nach Entstehung der Haaranlagen, so sind z. B. in der 19. Woche, ausser an Stirn und Augenbrauen, nirgends Haare in den Anlagen zu sehen und in der 24. Woche mangeln dieselben noch an Hand, Fuss und zum Theil am Vorderarm und Unterschenkel.

Einmal gebildet wachsen die Haare und Haarbälge und durchbohren die ersteren zum Theil die Epidermis unmittelbar (Augenbrauen, Wimpern) (Fig. 75.), zum Theil schieben sie sich mit ihren Spitzen zwischen Hornschicht und *Stratum Mal-*

Fig. 74. Anlage eines Augenbrauenhaares von 0,22''', 50 mal vergr., deren innere Zellen einen deutlichen Kegel bilden, noch ohne Haar, aber mit angedeuteter Papille. *a*. Hornschicht der Oberhaut; *b*, Schleimschicht derselben; *c*. äussere Wurzelscheide des späteren Balges; *i*. structurlose Haut aussen an derselben; *h*. *Papilla pili*.

Fig. 75. *A*. Haaranlage von den Augenbrauen mit eben entstandenem, aber noch nicht durchgebrochenem Haar von 0,28''' Länge. Die innere Wurzelscheide überragt oben die Haarspitze in etwas und seitlich am Halse des Balges zeigen sich in Gestalt zweier warzenförmigen Auswüchse der äussern Wurzelscheide die ersten Anlagen der Talgdrüsen. *B*. Haarbalg von ebendaselbst mit eben durchgebrochenem Haar. Die innere Wurzelscheide ragt in die Oeffnung des Haarbalges hinein; Talgdrüsenanlagen sind hier noch keine da. Die Buchstaben *a*, *b*, *c*, *h*, *i* bedeuten dasselbe, wie in Fig. 74. *e*. Haarzwiebel; *f*. Haarschaft; *g*. Haarspitze; *n*. Anlagen der Talgdrüsen.

pighii oder in die Elemente der Hornschicht selbst hinein und wachsen noch einige Zeit lang, bedeckt von der Oberhaut, fort (Brust, Bauch, Rücken, Extremitäten [?]), um endlich ebenfalls durchzubrechen. Einstülpungen der Haut, die den durchbrechenden Haaren entgegenwachsen, sind nie und nimmer zu sehen, und es beruht daher die Annahme von solchen rein auf subjectiver Basis.

Die Wollhaare, *Lanugo*, deren Durchbruch in der 23. bis 25. Woche sich vollendet, sind kurze feine Härchen, deren eigenthümliche Stellung oben schon berührt wurde. Dieselben messen an der Zwiebel 0,01‴, am Schaft 0,006‴, an der Spitze 0,0012 — 0,002‴, sind hellblond oder fast farblos und bestehen nur aus Rindensubstanz und einem Oberhäutchen. Die Zwiebel ist beim Menschen meist ungefärbt und sitzt auf einer oft sehr deutlichen Haarpapille auf, welche vom Grunde des Haarbalges wie gewöhnlich sich erhebt. Dieser hat dieselben drei Schichten wie beim Erwachsenen und eine sehr entwickelte Epidermisauskleidung und zwar eine äussere Wurzelscheide von 0,004 — 0,012‴ und eine innere Scheide von 0,006 — 0,008‴ ohne Lücken.

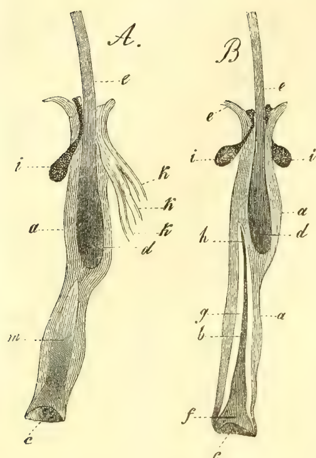
Nach ihrem Hervorbrechen wachsen die Wollhaare langsam fort, bis zur Länge von etwa ¼—½″ und zwar am Kopfe mehr als an den übrigen Theilen, bleiben in ihrer Mehrzahl bis ans Ende des Fötallebens bestehen und färben sich nach und nach etwas dunkler, in manchen Fällen, wie am Kopfe, selbst schwärzlich, ein anderer ganz geringer Theil fällt ab, gelangt ins Fruchtwasser, wird mit demselben oft vom Fötus verschluckt und ist dann im *Meconium* zu finden. Ein eigentliches Abwerfen der Haare findet sich nach dem, was ich sehe, in der Fötalperiode durchaus nicht, vielmehr kommen die Kinder mit der *Lanugo* zur Welt; eben so wenig zeigt sich nach ihrem gänzlichen Hervorbrechen ferner noch eine Spur von Haarbildung.

Der Streit, ob die Haare mit der Spitze zuerst oder gleich als ganze, aber kleine Härchen entstehen, ist leicht zu schlichten. Eben entstandene Haare haben eine Zwiebel mit weichen Zellen, eine verhornte Spitze und dazwischen gelegene Theile, in denen die Zellen zum Theil verhornt, zum Theil in Uebergängen zu den Zellen der Wurzel zu finden sind, und es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass hier ein ganzes Härchen vorliegt. Dass später der verhornte Theil dieses Härchens als Spitze eines grösseren Haares erscheint, ändert hierin nichts, und so wenig als man die Kopfhaare eines Neugebornen, weil sie später in ihren verhornten Theilen als Spitzen längerer Haare erscheinen, Haarspitzen nennt, kann dies hier geschehen. Es lässt sich auch nicht behaupten, dass das erste fötale Härchen später in seiner Totalität zur Spitze eines grösseren Haares werde, indem die Haare eben nicht durch einfache Apposition neuer Elemente wachsen, wie die Knochen, sondern durch die Vermehrung ihrer untersten weichen Zellen, von denen die einen immer als Reserve für neu zu bildende Zellen übrig bleiben, während die andern verhornen, woher es auch kommt, dass die Zellen selbst einer fertigen Haarzwiebel noch als Abkömmlinge derjenigen des fötalen Härchens anzusehen sind.

§. 63.

Haarwechsel. Nach der Geburt findet sich ein totaler Haarwechsel in der Weise, dass in den Haarbälgen der Wollhaare selbst neue Haare enstehen, die allmälig die alten verdrängen. Dieser Haarwechsel, den ich an den Augenwimpern eines einjährigen Kindes auffand, leitet sich dadurch ein, dass im Grunde der Haarbälge der Wollhaare durch eine Wucherung der rundlichen weichen Zellen der Haarzwiebel und der angrenzenden äussern Wurzelscheide aus Zellen gebildete längere Fortsätze entstehen, durch welche das Haar von seiner Papille abgehoben wird, während es zugleich auch in seinen

Fig. 76.



untersten Theilen verhornt. Haben diese Fortsätze eine Länge von 0,25‴ erreicht (Fig. 76. *A.*), so tritt eine Sonderung ihrer äussern und innern Zellen ein, ähnlich derjenigen, die schon oben bei der Entstehung der Wollhaare in den Fortsätzen des *Stratum Malpighii* der Haut geschildert wurde. Während nämlich die äussern Zellen rund und ungefärbt bleiben, wie sie es früher waren, fangen die innern an, Pigment in sich zu entwickeln und sich zu verlängern, und grenzen sich zugleich als eine kegelförmige, mit der Spitze nach oben gerichtete Masse von den ersteren ab. Anfänglich nun (Fig. 76. *A.*) ist diese mittlere Masse ganz weich und wie die äusserlich sie umgebenden Zellenschichten in Natron leicht löslich; später jedoch, nachdem sie sammt dem Fortsatze, der sie einschliesst, sich noch mehr in die Länge gezogen hat, werden ihre Elemente härter und scheiden sich zugleich in zwei Theile, einen innern dunkleren, pigmentirten und einen äussern hellen, die nichts anderes als ein junges Haar sammt seiner innern Scheide sind (Fig. 76. *B*). Das junge Haar, das anfänglich mit seiner Spitze nicht über seine innere Wurzelscheide hervorragt, wächst nun nach und nach mit seiner Spitze bis zur Oeffnung des alten Balges herauf, während zugleich seine Wurzelscheide sich verlängert und die Zwiebel des abgestorbenen Haares in die Höhe rückt, bis dasselbe endlich ganz heraustritt und neben dem alten noch höher hinaufgeschobenen zu derselben Oeffnung herauskommt. Ist einmal die Entwicklung der

Fig. 77.

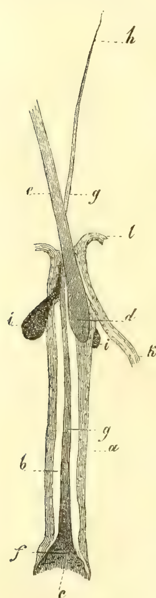


Fig. 76. Ausgezogene Augenwimpern eines einjährigen Kindes, 20 mal vergr. *A.* Eine solche mit einem Forsatze der Zwiebel oder äussern Wurzelscheide von 0,25‴, in welchem die centralen Zellen länglich sind (ihr Pigment ist nicht wiedergegeben) und als ein deutlicher Kegel von den äusseren sich abgrenzen. *B.* Augenwimper, in deren Fortsatz von 0,3‴ Länge der innere Kegel in ein Haar und eine innere Wurzelscheide umgebildet ist. Das alte Haar ist höher heraufgerückt und besitzt ebenso wenig wie in *A.* und Fig. 75. eine innere Wurzelscheide. *a,* Aeussere, *b.* innere Wurzelscheide des jungen Haares, *c.* Grube für die Haarpapille, *d.* Zwiebel, *e.* Schaft des alten Haares, *f.* Zwiebel, *g.* Schaft, *h.* Spitze des jungen Haares, *i.* Talgdrüsen, *k.* drei Schweisscanäle die in *A.* in den obern Theil des Haarbalges einmünden, *l.* Uebergang der äussern Wurzelscheide in die Schleimschicht der Oberhaut.

Fig. 77. Eine Augenwimper mit den Wurzelscheiden von einem einjährigen Kinde, mit einem alten und einem hervorwachsenden jungen Haar, 20 mal vergr. Das junge Haar ist gänzlich herausgetreten und es kommen nun zwei Haare zu einer Oeffnung heraus. Ein Schweisscanal mündet in den Haarbalg. Die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in Fig. 76.

jungen Haare so weit gediehen, so ergibt sich das letzte Stadium fast von selbst. Das alte schon längst nicht mehr wachsende und mit dem Grunde des Balges nicht mehr in Verbindung stehende, ganz nach aussen geschobene Haar fällt aus, während dagegen das junge Haar noch grösser und stärker wird und die von dem alten gelassene Lücke ausfüllt. — Als das *Primum movens* des Absterbens und Heraufrückens des alten Haares betrachte ich die Entstehung der geschilderten Fortsätze der Haarzwiebeln und äusseren Wurzelscheiden im Grunde der Bälge. Diese treiben, da die Bälge sich nicht auch entsprechend verlängern, alle über ihnen gelegenen Theile in die Höhe und setzen einen immer grössern Zwischenraum zwischen der Haarpapille und dem eigentlichen Haar, oder dem Punkte, wo die runden Zellen der Zwiebel anfangen sich zu verlängern und zu verhornen. So wird das Haar gewissermaassen von seinem ernährenden Boden abgehoben, erhält immer weniger Zufuhr von Blastem, steht endlich im Wachsthum stille und verhornt auch in seinen untersten Theilen. Die Zellen der Fortsätze dagegen, die mit der Papille in Verbindung stehen, beziehen aus derselben fortwährend neues Bildungsmaterial und benutzen dasselbe vorläufig nicht zur Bildung von Hornsubstanz sondern zu ihrem eigenen Wachsthum. So erreichen die Fortsätze eine immer bedeutendere Länge und drängen auf ganz mechanische Weise die verhornte alte Haarwurzel sammt ihren Scheiden ganz nach oben bis an die Einmündungsstellen der Talgdrüsen, woselbst allem Anschein nach eine theilweise Auflösung der alten Scheiden stattfindet, die bei der innern ganz sicher zu constatiren ist und auch bei der äussern angenommen werden muss.

Alles angegebene gilt nur für die Augenwimpern. Die Kopfhaare und übrigen Körperhaare des erwähnten fast einjährigen Kindes enthielten nur je Ein Haar, zeigten aber an ihrer Zwiebel wenigstens Fortsätze ohne Haare, wie die welche an den Augenwimpern dem Haarwechsel vorangehen, welche Fortsätze überhaupt an Haaren von Kindern aus dem ersten Jahre von der Geburt an eine g a n z g e w ö h n l i c h e Erscheinung sind. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich aus dem Vorhandensein dieser Fortsätze auf das allgemeine Vorkommen eines Haarwechsels schliesse, um so weniger, da es sicher ist, dass bei vielen Kindern innerhalb der ersten 2 bis 6 Monate nach der Geburt die Kopfhaare ausfallen und neue an deren Stelle treten. Immerhin werden fernere Erfahrungen nöthig sein, um zu bestimmen, in welchem Zeitraume dieser erste Haarwechsel stattfindet, an welchen Haaren derselbe zu Stande kommt und ob später vielleicht noch andere solche auftreten.

Vergleichen wir den Haarwechsel mit der ersten Entwicklung der Haare, so finden wir eine grosse Aehnlichkeit. Bei beiden Vorgängen entwickeln sich einmal aus dem *Stratum Malpighii*, hier der Haut selbst, dort der Haarbälge und Haare, längliche, durch und durch aus runden weichen Zellen gebildete Fortsätze nach Art von Sprossen. In diesen sondern sich dann, hier wie dort, die innern von den äussern Zellen und gestaltet sich, während letztere zur äussern Wurzelscheide werden, aus jenen die innere Scheide und das Haar. Dieses entsteht, und dies ist beim Haarwechsel noch deutlicher als bei der ersten Entwicklung, gleich den Nägeln, mit allen

seinen Theilen auf einmal als ein kleines, mit Spitze, Schaft und Wurzel versehenes Haar und fängt erst nachträglich zu wachsen an, wodurch es in allen seinen Theilen sich vergrössert und endlich an die Oberfläche tritt. Die Differenzen zwischen beiden Bildungsweisen sind sehr unbedeutend und beruhen vorzüglich darauf, dass die haarbildenden Fortsätze in dem einen Falle von den Haaren selbst ausgehen, in dem andern nicht, und dass die jungen Haare, obschon sie in beiden Fällen zuerst in einem ganz geschlossenen Raume liegen, doch in dem einen leichter zu Tage treten als in dem andern.

Beim periodischen Haarwechsel der Thiere bilden sich, wie schon *Heusinger's* und *Kohlrausch's* Beobachtungen, neulich auch die von *Langer*, *Gegenbaur* und *Steinlin* lehren, die neuen Haare ebenfalls in den Bälgen der alten, doch scheinen nach dem letztern Autor, mit dem jedoch *Langer* nicht ganz übereinstimmt, die Vorgänge hierbei nicht ganz dieselben zu sein wie beim Menschen.

§. 64.

Physiologische Bemerkungen. Die Haare besitzen eine, je nach Ort und Geschlecht bestimmte Länge, wachsen jedoch wenn sie geschnitten werden wieder nach und verhalten sich mithin wie die übrigen Horngebilde. Der Ort, von welchem das Wachsthum der Haare ausgeht, ist unzweifelhaft der Grund des Haarbalges. Hier entstehen um die Haarpapille herum unter Mitwirkung eines aus den Gefässen derselben oder des Haarbalges selbst aussickernden Blastemes, durch fortgesetzte Vermehrung der hier befindlichen Zellen neue solche Elemente, während die schon vorhandenen etwas höher oben ohne Unterlass die mittleren in Markzellen, die darauf folgenden in Rindenplättchen, die äussersten in Oberhautschüppchen sich gestalten, und so wird der verhornte Theil des Haares beständig von unten nach oben gedrängt und verlängert. In diesem findet sich keine Bildung von Elementartheilen, höchstens eine etwelche Veränderung der schon vorhandenen, welche bewirkt, dass die Wurzel von der Zwiebel an sich allmälig verdünnt, bis sie die Dicke des Schaftes angenommen hat. Höher oben fehlen aber selbst diese Veränderungen der Elementartheile, daher auch geschnittene Haare z. B. keine neuen Spitzen bekommen. Die Wurzelscheiden und die äussere Lage des Oberhäutchens nehmen an dem Wachsthume geschnittener Haare keinen Antheil.

Das fertig gebildete Haar, obschon gefässlos, ist doch kein todter Körper. Obschon die in demselben stattfindenden Vorgänge noch vollkommen in Dunkel gehüllt sind, so dürfen wir doch annehmen, dass dasselbe von Flüssigkeiten durchzogen ist und dieselben zu seiner Ernährung und Erhaltung verwendet. Diese Flüssigkeiten stammen aus den Gefässen der Haarpapille und des Haarbalges, steigen wahrscheinlich vorzüglich von der Zwiebel aus, ohne dass besondere Canäle für sie da wären, durch die Rindensubstanz in die Höhe und kommen in alle Theile der Haare hinein. Haben diese Säfte zur Ernährung des Haares gedient, so dunsten sie von der äussern Oberfläche desselben ab und werden durch neue ersetzt. Vielleicht nehmen die Haare auch von aussen Flüssigkeiten, natürlich nur in Dunstform auf, ähnlich wie ein zu einem Hygrometer

verwendetes Haar; dagegen kann ich nicht glauben, dass, wie manche Autoren anzunehmen scheinen, das Secret der Talgdrüsen von aussen in die Haare eindringt, da das ganz geschlossene Oberhäutchen für dasselbe wohl undurchdringlich ist. Ebenso scheint es mir noch keineswegs bewiesen, dass die Haare von einem besonderen ölartigen Fluidum durchzogen sind (*Laer)*, welches aus der Marksubstanz stammen könnte (*Reichert*) und dieselben fettig erhält, denn ein solches Fluidum ist nicht nachzuweissen und die fettige Beschaffenheit der Haare einfacher durch äusserlich anhängenden, leicht sichtbaren Hauttalg zu erklären. Die Bildung von Luft im Markstrange und in der Rinde kann nur auf einem Missverhältniss zwischen der Zufuhr vom Haarbalge aus und dem was abdunstet beruhen; es ist gleichsam ein Austrocknen des Haares, das jedoch nicht so zu denken ist, als ob nun das Haar selbst in den lufthaltigen Theilen aller Flüssigkeit verlustig ginge. Auf jeden Fall sind aber die lufthaltigen Partieen als die unthätigsten, relativ abgestorbenen Theile des Haares zu betrachten, die Rinde dagegen, die auch in Alkalien am leichtesten sich verändert, trotz der scheinbaren Härte und Starrheit ihrer Elemente, gerade als das säftereichste und beim Stoffwechsel am meisten betheiligte Gebilde derselben. Allem zufolge besitzt auch das Haar Leben und steht in einer gewissen Abhängigkeit vom Gesammtorganismus, *in specie* von der Haut, aus deren Gefässen (i. e. denen des Haarbalges) es die zu seinem Bestehen nothwendigen Stoffe bezieht. Es kann daher, wie *Henle* treffend sagt, aus der Beschaffenheit der Haare ein Schluss auf den Grad der Thätigkeit der Haut gemacht werden; sind dieselben weich und glänzend, so turgescirt und duftet die Haut, sind sie trocken, spröde und struppig, so ist auf einen Collapsus der Körperoberfläche zu schliessen. Das Ausfallen der Haare beruht gewiss in vielen Fällen, so z. B. wenn es im Laufe normaler Entwicklung eintritt, auf nichts Anderem, als auf einem Mangel an dem nöthigen Ernährungsmaterial, der in dem einen, oben schon auseinandergesetzten Falle beim Haarwechsel dadurch bewirkt wird, dass reichliche Zellenproductionen im Grunde des Haarbalges das Haar von seiner Matrix abheben, und im Alter wohl einfach von einer Obliteration der Gefässe des Haarbalges abhängt. — Auch das Weisswerden, das vorzüglich auf einer Entfärbung der Rinde, weniger des fast ungefärbten Markes beruht, gehört wohl theilweise hieher, denn sein normales Auftreten im höhern Alter gibt ihm ebenfalls die Bedeutung eines Rückbildungsprocesses. Interessant und besonders lebhaft für das Leben des Haares sprechend sind die so häufigen Fälle, wo das Ergrauen an der Spitze oder in der Mitte eines Haares beginnt und die wohl constatirten Beispiele von raschem Ergrauen derselben, jedoch ist es noch nicht gelungen nachzuweisen, welche eigenthümlichen Vorgänge in den Elementen des Haares die Entfärbung seiner verschiedenen Pigmente bewirken.

Wie die ausfallenden Haare im frühesten Alter durch andere ersetzt werden, so findet sich auch noch später etwas Aehnliches. Ganz sicher ist es, dass während des kräftigen Alters ein beständiger Ersatz für die

vielen ausfallenden Haare gegeben wird, ferner dass zur Zeit der Pubertät an bestimmten Orten neue Haare in grösserer Menge hervorsprossen, allein unbekannt ist das wie. Da auch beim Erwachsenen Haarwurzeln mit kleinen Fortsätzen nach unten vorhanden sind, deren eigentliches Haar scharf und kolbig endet, wie beim Kinde, da ferner hier nicht selten zwei Haare zu einer Oeffnung herauskommen und selbst in einem Balge beisammen nachzuweisen sind, endlich an spontan ausgefallenen Haaren ohne Ausnahme Wurzeln vorkommen, wie sie an den beim ersten Haarwechsel sich losstossenden Haaren sich finden, so lässt sich annehmen, dass auch später ein wirklicher Haarwechsel vorkömmt in der Weise, dass die alten Haarbälge neue Haare erzeugen, während sie der alten sich entledigen. Hiemit soll jedoch nicht behauptet werden, dass eine wirkliche Neubildung von Haaren nach der Geburt nicht auch vorkomme, nur so viel, dass auch beim Erwachsenen vor allem an eine Regeneration von schon vorhandenen Haarbälgen aus zu denken ist, um so mehr wenn man sich erinnert, dass nach *Heusinger's* Beobachtungen ausgezogene Spürhaare von Hunden binnen wenigen Tagen in denselben Bälgen sich neu erzeugen und dass auch beim Haarwechsel von erwachsenen Thieren nach *Kohlrausch* die jungen Haare in den alten Bälgen entstehen. — Auch wenn nach einer heftigen Krankheit in Masse ausgefallene Haare wieder kommen, so ist, da nach *E. H. Weber* die Bälge verloren gegangener Haare lange bestehen bleiben, eine Entstehung derselben in den alten Bälgen wahrscheinlicher als eine gänzliche Neubildung.

Die Vermehrung der Zellen der Haarzwiebel beim Wachsthume des Haares geschieht unzweifelhaft nicht durch freie Zellenbildung, da von einer solchen bei keiner Zwiebel eine Spur zu sehen ist, sondern entweder durch endogene Zellenbildung um Inhaltsportionen oder durch Theilung. — Ich bin nicht der Meinung, dass alle Haare, die eine scharf abgesetzte kolbige Zwiebel haben, deswegen abgestorben sind und gleich ausfallen. In vielen Fällen ist dem gewiss so, in andern dagegen bezeichnet der angegebene Umstand gewiss nichts als das normale Ende des Wachsthumes, womit natürlich nicht gesagt ist, dass die Ernährung auch aufgehoben sei. — Für eine beständige Neubildung der Haare, unabhängig von den alten Haarbälgen, werden von mehreren Seiten her die namentlich am Vorderarm, Unterschenkel u. s. w. anzutreffenden, spiralig zusammengerollt unter der Oberhaut liegenden und dieselbe dann durchbrechenden Härchen angeführt. Allein ich weiss nicht, ob nicht dieses Verhältniss mit mehreren Pathologen richtiger als ein mehr abnormes angesehen wird. Einmal findet sich nämlich eine solche Haarbildung lange nicht bei allen Individuen und zweitens sind, wo dieselbe da ist, neben den einfachen, scheinbar in normaler Weise entstandenen, zusammengerollt unter der Epidermis liegenden Härchen auch andere offenbar abnorme in grosser Menge zu finden, die oft zu vielen (bis auf 9) in einem Balge mit dicken Scheiden stecken und abgerundete Spitzen nebst unregelmässigen Zwiebeln haben. In Berücksichtigung dieser Verhältnisse möchte es für einmal gerathener sein, so lange eine wirkliche normale Neubildung von Haaren nicht nachgewiesen ist, dieselbe auch nicht anzunehmen, und vorläufig auch für später die Entstehung der Haare in den schon vorhandenen Bälgen als die wahrscheinlichere zu statuiren, um so mehr als Dr. *Langer* eine solche wirklich in mehreren Fällen in derselben Weise, wie ich sie bei Kindern beschrieb, beobachtet hat. — Der Grund, warum die Haare, sobald sie geschnitten werden, beständig fortwachsen, sonst nicht, ist derselbe, den ich schon oben bei den Nägeln anführte, um

dieselbe Erscheinung zu erklären. Es sondern die Gefässe der Haarpapille ein gewisses Quantum Ernährungsflüssigkeit aus, gerade so viel als ausreicht, um ein ganzes Haar fortwährend zu tränken und lebenskräftig zu erhalten. Wird das Haar geschnitten, so ist mehr Ernährungsfluidum da als das Haar braucht und aus dem Ueberschusse wächst dasselbe nach, bis es seine typische Länge wieder hat, oder es wächst fort, wenn es immerwährend neu verkürzt wird.

Eine Transplantation der Haare mit den Haarbälgen ist bekanntlich *Dzondi*, *Tieffenbach* (*Nonnulla de regeneratione et transplantatione. Herbip.* 1822) und *Wiesemann* (*De coalitu partium. Lips.* 1824) gelungen. Haare entstehen auch an abnormen Stellen, z. B. auf Schleimhäuten, in Balggeschwülsten, Eierstockscysten, und besitzen überall, auch in der Lunge (*Mohr's* Fall), Bälge, Wurzelscheiden und auch sonst einen ganz normalen Bau. Narben der Haut bleiben haarlos. Worauf ein vorkommendes excessives Wachsthum der Haare und das krankhafte Ausfallen sammt der öfteren Wiedererzeugung derselben in Masse beruhen, ist, wenn genaue Nachweise verlangt werden, nicht zu sagen; wahrscheinlich sind vermehrte oder verminderte Exsudationen aus den Gefässen der Haarpapille und des Haarbalges die Hauptursachen, entferntere der Zustand der Haut und des Gesammtorganismus. In andern Fällen sind auch vegetabilische Productionen (Pilze) im Innern der Haare selbst (bei dem *Herpes tonsurans*, der *Teigne tondante Mahon*, nach *Gruby* [*Gaz. méd.* 1844, Nr. 14] und *Malmsten* [*Müll. Arch.* 1848, 1]), oder unter dem Oberhäutchen der Haare und um sie herum (bei der *Porrigo decalvans Willan* nach *Gruby*) an dem Kahlwerden Schuld, welches dann als beschränktes (*Alopecia circumscripta*) auftritt. Dunkel ist auch das Ergrauen, obschon bei ihm zum Theil Einflüsse vom Nervensystem aus (Gram, anstrengende geistige Arbeiten) klar vorliegen. Erst wenn Physiologie und Chemie diesen letztgenannten Vorgängen näher gerückt sein werden, wird an eine wissenschaftliche Pathologie und Therapie der Haare zu denken sein. — Der Weichselzopf (*Plica polonica*), der nach *Bidder* (l. c.) eine Krankheit des Haarschaftes sein soll, wird von *Guensburg* und von *Walther* (*Müller's Archiv* 1844, pg. 411 und 1845, pg. 34) als von einem Pilz herrührend beschrieben, der in den Haaren (Zwiebel, Schaft) entstehe und dieselben theilweise zerstöre, während *Münter* (*Ibid.* 1845, pg. 42) einen solchen Pilz nicht finden konnte. Diese Krankheit, sowie eigenthümliche gelblichweisse, aus kernlosen Epitheliumzellen bestehende Ringe an menschlichen Haarschäften (*Svitzer* in *Fror. Notizen* 1848, Nr. 101), die aus verändertem Secrete der Talgdrüsen zu bestehen scheinen, sind vom histiologischen Standpunkte aus weniger interessant und werden daher hier nur kurz erwähnt.

Zur mikroskopischen Untersuchung wählt man am besten vor allem ein weisses Haar und seinen Balg, nachher auch gefärbte. Querschnitte erlangt man dadurch, dass man sich zweimal kurz hintereinander rasirt (*Henle*), oder Haare auf einem Glase (*H. Meyer*), oder ein Haarbündel zwischen zwei Kartenblätter (*Bowman*), oder in einen Kork eingeklemmt (*Harting*) schneidet; Längschnitte durch Schaben eines feineren oder Spalten eines dickeren Haares. Die Haarbälge untersuche man isolirt und mit dem Haar; durch Präparation kann man die verschiedenen Schichten derselben trennen, durch Essigsäure die Kerne der beiden äusseren erkennen; über die Papille wurde das nöthige schon oben bemerkt. Die äussere Wurzelscheide folgt beim Ausreissen der Haare meist mit ihrem obern Theile, oft ganz mit, und löst sich an macerirter Haut ungemein leicht mit dem Haar; ihre Zellen sieht man ohne Zusätze oder durch etwas Essigsäure und Natron. Die innere Wurzelscheide findet sich an ausgerissenen Haaren oft ganz, und kann schon ohne weitere Vorbereitung oder nach Abpräparation der äussern Scheide in allen ihren Theilen erkannt werden. Noch deutlicher machen sie Natron und Kali in kurzer Zeit. Die Oberhäutchen müssen vorzüglich mit Alkalien und Schwefelsäure erforscht werden, ebenso das Haar selbst, worüber das Wichtigste schon angegeben wurde und Ausführlicheres bei *Donders* (l. c.) zu lesen ist; nur das hebe ich hervor, dass auch hier Anwendung eines höhern Tem-

peraturgrades (siehe oben bei den Nägeln) viele Zeit erspart. — Will man die Haare beim Fötus erforschen, so zieht man, wenn derselbe jünger ist, einfach die Oberhaut ab und findet an der Innenfläche die Anlagen derselben; an älteren Embryonen macht man feine Hautdurchschnitte oder nimmt mit der Oberhaut auch die Lederhaut weg, in welchem Falle dann Natron gute Dienste leistet.

Literatur. *Eble*, Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur. 2 Bde. Wien 1831; *Eschricht*, Ueber die Richtung der Haare am menschlichen Körper in Müll. Arch. 1837, pg. 37; *v. Laer*, *De structura capill. hum. observationibus microscopicis illustr. Dissert. inaug. Traject. ad Rhenum* 1841, und Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 45, Nr. 147; *G. Simon*, Zur Entwicklungsgeschichte der Haare. Müll. Arch. 1841, pg. 361; *Krause*, Artikel ,,Haut" in Wagn. Handw. der Phys. 1844, Bd. II. pg. 124; *Kohlrausch*, Ueber innere Wurzelscheide und Epithelium des Haares. Müll. Arch. 1846, pg. 300; *Jäsche*, *De telis epithelialibus in genere et de iis vasorum in specie. Dorpat* 1847; *Kölliker*, Ueber den Bau der Haarbälge und Haare in Mittheil. der zürch. naturf. Ges. 1847, pg. 177; *Hessling*, Vom Haare und seinen Scheiden in Fror. Not. 1848, Nr. 113; *Langer*, Ueber den Haarwechsel bei Thieren und beim Menschen in den Denkschr. d. Wien. Akad. 1850, Bd. I. Die vergl. Anatomie der Haare ist behandelt von *Heusinger* in Meck. Arch. 1822. 1823. und System der Histiologie; *Erdl* in Abh. d. Münch. Akad. Bd. III. II.; *Gegenbaur* in Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg 1850; *Steinlin* in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IX. Verwandte Horngebilde besprechen die Dorpater Dissert. von *Bröcker de textura et formatione spinarum* 1849; *Hehn de text. et form. Barb. balaenae* 1849; *Schrenk de formatione pennae* 1849.

IV. Von den Drüsen der Haut.

A. Von den Schweissdrüsen.

§. 65.

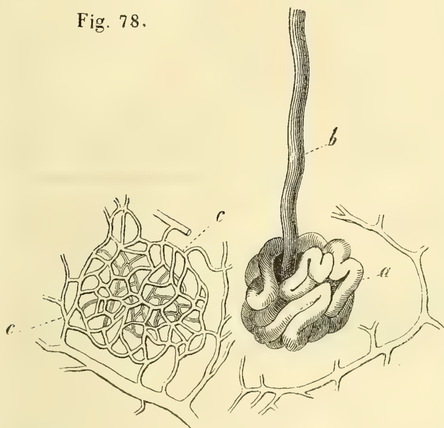
Die Schweissdrüsen, *Glandulae sudoriparae*, sind einfache, aus einem zarten, mehr oder weniger gewundenen Gange bestehende, den Schweiss secernirende Drüschen, welche mit Ausnahme der concaven Seite der Ohrmuschel, des Gehörganges, der *Glans penis*, einer Lamelle des *Praeputium* und anderer weniger Stellen in der ganzen Haut vorkommen und mit zahlreichen feinen Oeffnungen an der Oberfläche derselben ausmünden.

§. 66.

An jeder Schweissdrüse (Fig. 45, Fig. 78.) unterscheidet man den Drüsenknäuel (Fig. 78 *a*, Fig. 45 *g*) oder die eigentliche Drüse von dem Ausführungsgange, dem *Canalis sudoriferus* (Fig. 45. *h*, Fig. 78. *b*). Jener ist ein rundliches oder länglichrundes Körperchen von gelblicher oder gelbröthlicher durchscheinender Farbe, das in der Regel $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{5}$''' misst, an den Augenlidern, der Haut des *Penis*, des *Scrotum*, der Nase, der convexen Seite der Ohrmuschel dagegen nur $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{12}$''' beträgt, während dasselbe im Warzenhofe und in der Nähe desselben, an der Wurzel des *Penis* und zwischen dem *Scrotum* und *Perinaeum* bis zu $\frac{1}{2}$''', end-

ich in der behaarten Stelle der Achselhöhle zu ½, 1—1½‴ Dicke und 1—3‴ Breite ansteigt.

Die Schweissdrüsen liegen in den meisten Fällen in den Maschen der *Pars reticularis* der Lederhaut, bald etwas höher, bald etwas tiefer, umgeben von Fett und lockerem Bindegewebe neben oder unter Haarbälgen. Seltener trifft man sie im Unterhautzellgewebe oder an den Grenzen desselben, so z. B. in der *Axilla*, der *Areola mammae* zum Theil, an den Augenlidern, dem *Penis* und *Scrotum*, der Handfläche und Fusssohle. An den zwei letztgenannten Orten stehen sie reihenweise unter den Riffen der Lederhaut und ziemlich gleichweit von einander; an andern Orten trifft man sie meist regelmässig, je eine oder zwei in einer Masche der Lederhaut, doch gibt es nach *Krause* Strecken von ¼—½‴, wo sie gänzlich vermisst werden oder in Gruppen von drei oder vier nahe beisammen vorkommen. In der Achselgrube bilden die Drüsen eine zusammenhängende Schicht unter der Lederhaut.



Nach *Krause* finden sich auf einem □″ Haut zwischen 400 bis 600 Drüsen an der hintern Seite des Rumpfes, an der Wange, und den ersten zwei Abschnitten der untern Extremitäten; 924—1090 an der vorderen Seite des Rumpfes, am Halse, an der Stirn, dem Vorderarm, dem Hand- und Fussrücken, 2685 an der Sohle, 2736 auf der Handfläche. Die Gesammtzahl der Schweissdrüsen, ohne die der Achsel, schlägt *Krause* approximativ eher etwas zu hoch zu 2,381,248 an und das Gesammtvolumen derselben mit denen der Axilla zu 39,653 Cubikzoll.

Die Gefässe der Schweissdrüsen sind vorzüglich schön an denen der Achselhöhle zu sehen (Fig. 78.); auch an den andern sieht man hie und da Gefässe (am schönsten am *Penis*, wo z. B. Drüsen von 0,36‴ von den zierlichsten Verästelungen einer Arterie von 0,06‴ in ihrem Innern versorgt werden), und an gut gelungenen Injectionen der Haut erscheinen die Drüsen als röthliche Körperchen. Nerven sind an ihnen bisher noch nicht gefunden.

§. 67.

Feinerer Bau der Drüsenknäuel. Die Schweissdrüsen bestehen in der Regel aus einem einzigen, vielfach gewundenen und zu

Fig. 78. Ein Schweissdrüsenknäuel und seine Gefässe, 35 mal vergr. *a*. Drüsenknäuel; *b*. Ausführungsgang oder Schweisscanal; *c*. Gefässe eines Drüsenknäuels nach *Todd-Bowman*.

einem Knäuel verschlungenen, nach *Krause* in einem Falle ¾‴ langen Canälchen, welches in seinem ganzen Verlaufe so ziemlich dieselbe Weite besitzt und an der Oberfläche des Knäuels oder im Innern desselben leicht angeschwollen blind endet. Nur bei den grossen Drüsen der Achselhöhle ist der Drüsencanal meist mehrfach gabelig in Aeste getheilt, die wiederum sich spalten, in seltenen Fällen selbst durch Anastomosen sich verbinden, und dann erst, nachdem sie oft noch kleine Blindsäcke abgegeben haben, jeder für sich blind enden. — Die Drüsencanäle sind entweder dünnwandige oder dickwandige (Fig. 79). Erstere (Fig. 79. *A*) besitzen eine äussere Faserhülle aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit eingestreuten länglichen Kernen, die nach innen, vielleicht durch eine *Membrana propria*, scharf begrenzt und mit einer einfachen, doppelten oder mehrfachen Lage polygonaler Zellen von 0,005—0,007‴ besetzt ist, welche in ihren chemischen Verhältnissen und sonst den tieferen Pflasterepitheliumzellen vollkommen gleichen, ausser dass sie fast ohne Ausnahme einige Fettkörnchen, noch häufiger gelbe oder bräunliche Pigmentkörnchen in geringer Zahl enthalten.



Die dickwandigen Schweissdrüsencanäle (Fig. 79 *B*,) haben ausser den beiden eben beschriebenen Lagen eine mittlere Schicht von glatten der Länge nach verlaufenden Muskeln, deren leicht isolirbare Elemente als muskulöse Faserzellen von 0,015—0,04‴ Länge, 0,002—0,005‴, selbst 0,008‴ Breite hie und da mit einigen Pigmentkörnchen sich kund geben, und jede einen rundlich-länglichen Kern enthalten. Das Epithelium ergibt sich hier in allen Fällen, in denen die Drüsenschläuche nur Flüssigkeit enthalten, als eine einfache sehr deutliche Lage 0,006 — 0,015‴ grosser, polygonaler Zellen, ist dagegen bei entgegengesetzten Verhältnissen nur schwer oder selbst gar nicht zu erkennen. Das Vorkommen dieser zwei Formen von Drüsencanälen anlangend, so zeigt sich, dass dicke Wände und ein muskulöser Bau sich besonders bei den grösseren Drüsen der *Axilla* finden, deren Schläuche durch und durch muskulöse Wandungen besitzen, und hierdurch ein ganz eigenthümliches streifiges Ansehen erhalten. — Einen ganz gleichen Bau sehe ich nur noch an den grossen Drüsen der Peniswurzel und der Brustwarze, wogegen allerdings noch hie und da eine nur theilweise ent-

Fig. 79. Schweissdrüsencanäle 350 mal vergr. *A*. Ein dünnwandiger mit einem *Lumen* und ohne Muskulatur von der Hand. *a*. Bindegewebshülle. *b*. Epithel. *c*. *Lumen*. *B*. Ein Stück eines Canales ohne *Lumen* und mit einer zarten Muskellage vom *Scrotum*. *a*. Bindegewebe. *b*. Muskellage. *c*. Zellen, die den Drüsencanal erfüllen, mit gelben Körnchen im Inhalt.

wickelte oder schwächere Muskulatur sich findet, wie namentlich in den Drüsen der Handfläche, deren weitere Canäle durch die Dicke ihrer Wandungen sich auszeichnen und deutlich genug, jedoch schwächer als anderwärts, Muskulatur erkennen lassen. Dasselbe gilt auch von einzelnen Drüsen des *Scrotum,* selbst des Rückens, der *Labia majora,* des *Mons veneris* und der Anusgegend, jedoch mit der Beschränkung, dass oft nur ein kleinerer Theil des Drüsenschlauches, selbst nur das allerletzte blinde Ende desselben mit Muskulatur versehen ist. Zartwandig und ohne Muskeln sind die Drüsen des Unterschenkels, des *Penis,* der Brust (die *Areola* ausgenommen), der Augenlider und die Mehrzahl derer des Rückens und Oberschenkels, von Brust und Bauch, sowie der zwei ersten Abschnitte der obern Extremität.

Der Durchmesser der Drüsencanäle variirt bei den kleineren Drüsen von 0,022—0,04‴ und beträgt 0,03‴ im Mittel, die Dicke der Wände 0,002—0,003‴, das Epithel 0,006‴, das Lumen 0,004—0,01‴. Die Achseldrüsen besitzen einerseits Canäle von 0,07—0,1‴, selbst 0,15‴, mit Wandungen von 0,006‴ Dicke ohne das Epithel, wovon die Hälfte auf die Muskellage kommt, andrerseits aber auch, und zwar die grössten Drüsen, nur solche von 0,03—0,06‴, mit Wänden von 0,004‴; auch in der *Areola* und an den Genitalien wechseln die Durchmesser bei den grösseren Drüsen, jedoch in engeren Grenzen.

Alle Schweissdrüsenknäuel sind theils im Innern von Bindegewebe (hie und da mit Fettzellen) durchzogen, welches ihre Gefässe leitet nnd die einzelnen Windungen ihrer Schläuche mit einander verbindet, theils besitzen sie eine äussere, den ganzen Knäuel umgebende Faserhülle (gewöhnliches Bindegewebe mit spindelförmigen Kernen), welche an den mehr frei im Unterhautzellgewebe liegenden Knäueln *(Penis, Axilla* etc.) besonders hübsch entwickelt ist.

§. 68.

Secret der Schweissdrüsen. Alle kleineren Schweissdrüsen enthalten, sobald ein Lumen in ihren Canälen sichtbar wird, was jedoch nicht immer der Fall ist, nur eine klare, helle Flüssigkeit ohne irgend welche geformte Theile in derselben, bei den Axilladrüsen dagegen ein an geformten Theilen reiches Contentum, welches einmal als eine graulich durchscheinende, in geringem Grade flüssige Substanz mit unzähligen feinen blassen Körnchen und manchmal einzelnen Kernen, und zweitens als eine weissgelbliche, ziemlich zähe Masse mit vielen grösseren, dunklen, farblosen oder gelblichen Körnern, Kernen und Zellen, ähnlich den beschriebenen Epithelzellen, in verschiedener Zahl erscheint. Dass dieser Inhalt, der, wie ich finde, viel Protein und Fett enthält, von gewöhnlichem Schweisse, der flüssig ist und keine geformten Bestandtheile führt, bedeutend differirt und vielleicht eher dem Hauttalge sich annähert, ist klar, und man könnte desshalb sich bewogen sehen, die Drüsen der Achselhöhle aus der Reihe der Schweissdrüsen zu streichen

und ihr Secret als ein eigenthümliches zu betrachten. Allein es enthalten auch diese Drüsen hie und da ein körnerarmes Secret, ja selbst nichts als Flüssigkeit, und dann kommen unter den grösseren Drüsen der Achselgrube kleinere vor, welche auch in Bezug auf den Inhalt durch mannigfache Stufen einerseits in die ganz grossen, andrerseits in gewöhnliche kleine Drüsen übergehen. Nimmt man hierzu, dass ausnahmsweise die Schweissdrüsen auch anderwärts, wie namentlich in der *Areola*, eine an Körnern reiche Flüssigkeit führen, so gelangt man zur Ueberzeugung, dass eine Trennung der grösseren Achseldrüsen von den gewöhnlichen Schweissdrüsen bezüglich des Secrets nicht rathsam ist, um so mehr, da wir noch keineswegs wissen, ob nicht auch die letztern unter gewissen Umständen Körner enthalten. —

Was die Entstehung des körnerreichen Contentum betrifft, so ist dasselbe auf Rechnung von in den Drüsenschläuchen sich bildenden Zellen zu setzen. Man trifft nämlich häufig in demselben Zellen, welche dieselben Körnchen enthalten, die auch frei in den Drüsencanälen vorkommen, und manchmal so zu sagen für sich allein das Contentum bilden. Auch kommt es vor, dass in einer und derselben Drüse die Enden des Drüsenschlauches nichts als Zellen führen, während der Ausführungsgang fast keine Spur von solchen, sondern nichts als Körner und einzelne freie Kerne enthält, und hier kann man dann leicht herausfinden, wie die Zellen nach und nach, je weiter nach oben sie treten, um so zahlreicher vergehen und die Körner in ihrem Innnern und ihre Kerne austreten lassen. Diese Zellen gehen offenbar aus den Epitheliumzellen der Canäle des Drüsenknäuels hervor, denn einmal sind die Zellen des Inhaltes und des Epithelium in Allem gleich, und zweitens fehlt, wo ein zellen- oder körnerreiches Contentum in den Drüsen selbst vorkommt, das Epithelium meist gänzlich, so dass ersteres unmittelbar an die Muskelhaut anstösst. Da nun auf der andern Seite in den Drüsen, die nur helles Fluidum führen, das Epithelium immer sehr schön zu sehen ist und manchmal viele dunkle und pigmentirte (selbst goldgelbe) Körner in seinen Zellen enthält, so lässt sich wohl annehmen, dass die Zellen im Contentum nichts als abgelöstes Epithelium sind, und dass die Secretion überhaupt auf einer Wucherung und beständigen Ablösung der Epitheliumzellen beruht.

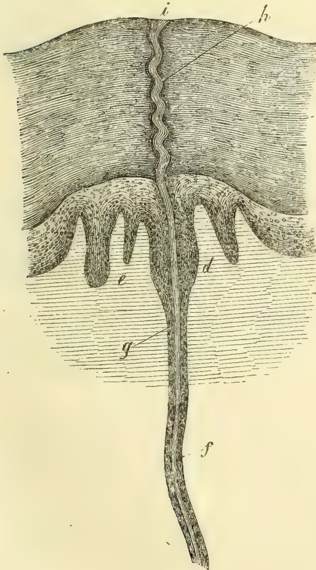
Die Untersuchungen über das Secret der Schweissdrüsen sind weder vom chemischen, noch vom mikroskopischen Standpunkte aus als geschlossen zu betrachten. Ersteres anlangend scheint mir die Thatsache, dass die Achseldrüsen Fett und eine stickstoffhaltige Substanz in grossen Mengen liefern, interessant, indem sich, bei der nachgewiesenen anatomischen Uebereinstimmung dieser und der übrigen Schweissdrüsen, hieraus vielleicht auch ein Schluss auf das Secret der letzteren ableiten lässt. Schon jetzt wissen wir, dass auch der gewöhnliche Schweiss stickstoffhaltige Materien (Extracte) und, wie *Krause* (l. c. pg. 146) bestimmt nachgewiesen hat, Fett enthält, und man kann sich fragen, ob nicht diese Materien an gewissen Orten (Hand, Fuss z. B.) reichlicher vorkommen oder unter gewissen Verhältnissen (bei localen, klebrigen, eigenthümlich riechenden Schweissen) zunehmen. Sogenannte Schweisskörperchen *Henle* (pg. 915 u. 939) d. h. den Schleimkörperchen ähnliche Gebilde, habe ich bisher weder im Schweisse des Menschen, noch in den kleineren Drüsen gefunden, doch will

ich darauf aufmerksam machen, dass fast constant auch in den kleineren Schweissdrüsen gewisse Canälchen — und mir schienen es immer die dem blinden Ende zunächst gelegenen zu sein — vorkommen, die kein Lumen enthalten, sondern ganz von Epithelzellen erfüllt sind (Fig. 79 *B*), während die an den Ausführungsgang angrenzenden ohne Ausnahme ein solches von 0,004—0,01‴ zeigen. Es scheint mir daher nicht unmöglich, dass auch in den gewöhnlichen Schweissdrüsen zeitenweise ein zellenhaltiges Secret gebildet und ausgestossen wird, wie solches bei den Axillardrüsen der Fall ist, denn nach dem, was die Untersuchung der Schläuche dieser Drüsen lehrt, ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass im Schweisse der Achselhöhle Körnchen, Kerne und vielleicht selbst Zellenreste vorkommen. — Ob der Schweiss bei verschiedenen Individuen und Menschenstämmen namhafte Differenzen darbietet, ist unbekannt, denn wir wissen nicht, ob der verschiedene Geruch der Hautausdünstung beim Europäer und Neger z. B. vom Schweisse oder der Perspirationsmaterie abhängt, und ebenso unerforscht sind, wenigstens vom mikroskopischen Standpunkte aus, die pathologischen Verhältnisse desselben.

§. 69.

Schweisscanäle. Die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen oder die Schweisscanäle, Spiralgänge (Figg. 45, 80.) beginnen am obern Ende des Drüsenknäuels als einfache Kanäle, steigen leicht geschlängelt senkrecht durch die *Cutis* in die Höhe und dringen dann zwischen den Papillen, nie an der Spitze derselben, in die Oberhaut ein. Hier beginnen sie sich zu drehen und je nach der Dicke derselben 2—16 und mehr engere oder weitere, spiralige Windungen zu machen, bis sie schliesslich mit kleinen runden, manchmal trichterförmigen Oeffnungen, den sogenannten Schweissporen, an der freien Fläche der Oberhaut ausmünden.

Fig. 80.



Die Länge der Schweissgänge richtet sich nach der Lage der Drüsen und der Dicke der Haut. Ohne Ausnahme ist der Anfang des Ganges enger als die Kanäle im Drüsenknäuel selbst, und misst 0,009—0,012‴, dann bleibt derselbe gleich eng bis zu seinem Eintritte in das *Stratum Malpighii*, wo er reichlich um das Doppelte, bis zu 0,024 bis 0,028‴ sich erweitert (Fig. 80.), in dieser Breite durch die Oberhaut zieht und mit einer Mündung von $1/50$ bis $1/20$‴ ausgeht. Bei den Drüsen

Fig. 80. Senkrechter Schnitt durch die Oberhaut und äussere Coriumfläche der Daumenbeere quer durch zwei Leistchen, 50 mal vergrössert und mit Essigsäure behandelt. *a*. Hornschicht der Oberhaut. *b*. Schleimschicht. *c*. Lederhaut. *d*. Einfache Papille. *e*. Zusammengesetzte Papille. *f*. Epithelium eines Schweisscanals, in die Schleimschicht übergehend. *g*. Lumen desselben in der Lederhaut, *h*. in der Hornschicht. *i*. Schweisspore.

der Achselhöhle maass der Ausführungsgang in einem Falle in der Höhe der Talgdrüsen 0,06—0,09''', dicht unter der Oberhaut 0,03''', in der Oberhaut selbst wieder 0,06'''. — Im *Corium* haben die Schweisscanäle immer ein deutliches Lumen, eine äussere Hülle von Bindegewebe mit länglichen Kernen (bei den Drüsen der *Axilla* auch noch, wenigstens im untern Theile, Muskeln) und ein Epithelium von mindestens zwei Lagen von polygonalen kernhaltigen Zellen ohne Pigmentkörnchen. Da, wo die Schweisscanäle in die Oberhaut treten, verlieren sie ihre Bindehülle, welche mit der äussersten Lage der Lederhaut zusammenfliesst und zeigen von nun an als Begrenzung nichts als Zellenlagen, welche im *Stratum Malpighii* kernhaltig, in der Hornschicht kernlos sind und den Oberhautzellen chemisch und morphologisch ganz gleichen, mit der einzigen Ausnahme, dass sie namentlich in der Hornschicht mehr senkrecht stehen. Ein Lumen ist in der Oberhaut manchmal deutlich, andere Male zieht sich ein körniger Streifen an der Stelle desselben durch den Canal hin, dessen Bedeutung vielleicht die eines Secretes oder Sedimentes aus dem Secrete ist. Die Schweissporen, deren Lagerung, entsprechend derjenigen der Schweissdrüsen, bald sehr regelmässig bald mehr unregelmässig ist, sind an der Handfläche und Fusssohle von blossem Auge eben noch zu sehen, an anderen Orten nur durch das Mikroskop zu erkennen. — Hie und da vereinen sich die Ausführungsgänge zweier Drüsen in einen Canal (*Krause*).

§. 70.

Entwicklung der Schweissdrüsen. Die Schweissdrüsen erscheinen erst im fünften Monate des Embryonallebens, sind ursprünglich nichts als ganz solide, leicht flaschenförmige Auswüchse des *Stratum Malpighii* der Oberhaut und gleichen den ersten Anlagen der Haarbälge sehr. In den frühesten von mir gesehenen Zuständen maassen die Auswüchse in der *Planta pedis* 0,03—0.09''' Länge, 0,01''' Breite am Halse, 0,018—0,02''' am Grunde, erstreckten sich, auch die längsten, nicht bis in die Hälfte der 0,25''' dicken *Cutis* hinein, und bestanden durch und durch aus runden Zellen, ganz denen des *Stratum Malpighii* der Oberhaut gleich; ausserdem hatte noch jeder Auswuchs eine zarte Hülle, welche in die Begrenzung der innern Fläche der Oberhaut sich fortsetzte. Von Schweissporen und Schweisscanälen fand ich keine Spur. — Im Anfange des sechsten Monats reichen die Drüsen der Sohle und Hand schon bis in die Mitte und zum untersten Viertheile der *Cutis*, messen

Fig. 81.

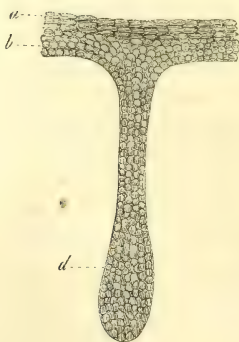
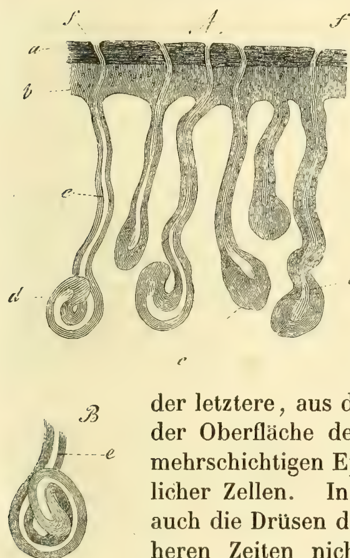


Fig. 81. Schweissdrüsenanlage von einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo, bei 350-maliger Vergrösserung. *a.* Hornschicht der Oberhaut. *b.* Schleimschicht. *c. Corium.* *d.* Drüsenanlage ohne Lumen aus kleinen runden Zellen bestehend.

0,028—0,04‴ an ihrem kolbigen Ende, 0,016—0,02‴ in dem von demselben aufsteigenden Gange, sind schon leicht geschlängelt und zeigen wenigstens theilweise in ihrem engeren Theile ein Lumen, ohne jedoch in die Oberhaut einzudringen oder gar sich an der Aussenfläche derselben zu öffnen. Erst im siebenten Monate fand ich an denselben Orten die ersten Spuren der Schweissporen und Schweisscanäle in der Epidermis, doch noch sehr undeutlich, und die letzteren nur mit einer halben Windung (Fig. 82. *A*); dagegen war der in der *Cutis* steckende Theil der Drüse nun bedeutender entwickelt, reichte bis in die innersten Theile derselben und war an seinem blinden Ende hakenförmig umgekrümmt oder schon etwas gewunden, so dass eine erste Andeutung eines Drüsenknäuels von ungefähr 0,04 bis 0,06‴ entstand. Der aus demselben entspringende Canal machte meist mehrere stärkere Windungen, zeigte bei einer Dicke von 0,015—0,022‴, ein Lumen von 0,003—0,004‴, welches manchmal selbst bis in den Endknäuel sich erstreckte, und bestand, wie auch der letztere, aus der ursprünglichen, jedoch dickeren, mit der Oberfläche der *Cutis* continuirlichen Haut und einem mehrschichtigen Epithelium blasser, polygonaler oder rundlicher Zellen. In ähnlicher Weise sah ich um diese Zeit auch die Drüsen des übrigen Körpers, über die ich aus früheren Zeiten nichts zu berichten weiss, ja selbst die der Achselhöhle waren durch gar nichts vor den andern ausgezeichnet. Von nun an geht die Entwicklung rasch voran, das Drüsenende verlängert sich immer mehr und wickelt sich zusammen (Fig. 82. *B*), so dass bald ein von dem, was der Erwachsene zeigt, kaum verschiedenes Verhalten sich einstellt. Beim Neugebornen messen die Drüsenknäuel der Ferse 0,06—0,07‴ (bei einem Kinde von vier Monaten an der Ferse 0,06—0,1‴, in der Hand 0,12‴), besitzen vielfach verschlungene Canäle von 0,015—0,02‴ und ziehen mit ihren Ausführungsgängen (in der *Cutis* von 0,008‴, im *Rete Malpighii* von 0,022‴) schon gewunden durch die Oberhaut.

Fig. 82.



Aus diesen Thatsachen ergibt sich, das die einzelne Schweissdrüse sich nicht als Einstülpungsbildung der Haut und auch nicht gleich von

Fig. 82. *A*. Schweissdrüsenanlagen aus dem siebenten Monate, 50 mal vergrössert. Die Buchstaben *a*, *b*, *d*, wie bei Fig. 81. Das Lumen *e* ist durchweg vorhanden, nur reicht es nicht ganz bis ans Ende des dickeren Theiles der Drüsenanlagen, die zum Drüsenknäuel sich gestalten. Fortsetzung der Canäle in die Oberhaut hinein und Schweissporen *f*. sind da. *B*. Ein Knäuel einer Schweissdrüse aus dem achten Monate.

Anfang an ein hohles Gebilde entwickelt, sondern zuerst als einfache Wucherung der Schleimschicht der Haut zum Vorschein kommt. Durch fortgesetzten Zellenvermehrungsprocess wachsen die ursprünglichen Anlagen immer tiefer in die Haut hin, nehmen ihre eigenthümlichen Windungen an und scheiden sich in den Drüsenknäuel und den Schweisscanal, während zugleich, entweder durch Verflüssigung der centralen Theile, die dann gleichsam als erstes Secret erscheinen, oder durch Ausscheidung einer Flüssigkeit zwischen ihre Zellen, eine Höhlung entsteht. Wie der Schweisscanal in der Oberhaut und die Schweisspore sich bildet, ist zweifelhaft; wahrscheinlich durch einen Gestaltungsprocess in der Oberhaut selbst. — Nach einigen von mir angestellten Messungen (*Mikr. Anat.* II. 1. 171) scheint auch nach dem fünften Monat noch eine Bildung von Schweissdrüsen vorzukommen, bei der Geburt dagegen die volle Zahl derselben vorhanden zu sein.

Ueber die pathologischen Verhältnisse der Schweissdrüsen ist wenig bekannt. *Kohlrausch* (*Müll. Arch.* 1843, pg. 366) hat Schweissdrüsen von ziemlicher Grösse (½‴) in einer Eierstockscyste neben Haaren und Talgdrüsen gefunden. Bei *Elephantiasis Graecorum* beobachteten *G. Simon* und *Brücke* (*Simon Hautkrankheiten pg.* 268) eine Vergrösserung der Schweissdrüsen, ebenso *v. Bärensprung* bei einer Art von Warzen (l. c. pg. 81); der letztere sah auch (pg. 10) eine *Atrophie* der Drüsen bei Hühneraugen und ein Verschwinden des Ganges derselben in den äussern Epidermislagen. Wie die Drüsen im Alter, bei dem gänzlichen Fehlen der Schweissbildung und bei abnormen Schweissen sich verhalten, ist unbekannt. — Bei einer ausgezeichneten *Ichthyosis congenita* (sehr ähnlich, nur noch ausgezeichneter als der von *Steinhausen* beschriebene Fall) eines Neugebornen, den Dr. *H. Müller* und ich untersuchten, waren die Schweissdrüsen vorhanden. Ihre Ausführungsgänge verhielten sich, in Betreff ihres Verlaufes in der bis auf 2‴ verdickten Oberhaut, zum Theil wie gewöhnlich, zum Theil legten sie sich, wie an der *Planta pedis*, mit ihren äussern Theilen fast ganz horizontal und verliefen stellenweise bis auf eine Länge von 1½‴ ganz eben fort, so dass sie auf Flächenschnitten der Oberhaut als parallele, auf den ersten Blick ganz fremdartige Canäle mit einem Lumen von 0,0025—0,003‴ erschienen. Eigenthümlich war auch der Inhalt der Schweisscanäle, der ohne Ausnahme aus vielen weissen Fetttropfen bestand. — Schweissdrüsen beobachtete ich auch in dem von *Mohr* beschriebenen Falle von einer grossen Höhle mit Haaren in der Lunge (*Berlin. Med. Centralzeitung* 1839, No. 13); ihre Grösse betrug 0,24‴, und dieselben sassen in einem mit gewöhnlichen Fettzellen versehenen *Panniculus adiposus*, wie denn überhaupt bemerkt werden muss, dass die Wand der Höhle, ausser der erwähnten Fetthaut, auch eine Lederhaut mit Papillen und eine Oberhaut wie die äussere Haut besass.

Methode der Untersuchung. Zur Untersuchung der Lage der Schweissdrüsen und ihrer Ausführungsgänge fertigt man feine Schnitte frischer oder leicht getrockneter Haut der Fusssohle oder Handfläche an, die man durch Essigsäure oder Natron durchsichtig macht. *Gurlt* benutzt hierzu in *Liq. Kali carbonici* erhärtete und durchsichtig gemachte Haut. *Giraldès* macerirt die Haut 24 Stunden in verdünnter Salpetersäure (1 Th. Säure, 2 Th. Wasser) und 24 Stunden in Wasser, welches Verfahren nach *Krause* sehr zweckmässig ist, da die Drüsen gelb werden und sich gut hervorheben. An macerirten Hautstücken lässt sich mit der Oberhaut die Zellenauskleidung der Schweisscanäle in Gestalt von langen Röhrchen aus der *Cutis* herausziehen; dasselbe gelang mir an zarten Hautstellen nicht selten auch nach Benetzung derselben mit concentrirter Essigsäure. Die Untersuchung der Drü-

senknäuel selbst ist bei den Achseldrüsen sehr leicht; bei den andern muss man die Haut von innen her präpariren und die Drüsen theils an der Innenfläche der *Cutis*, theils in den Maschen derselben aufsuchen, was bei einiger Aufmerksamkeit leicht gelingt, namentlich an Hand, Fuss und Brustwarze. Zur Demonstration eignen sich vorzüglich gut die durch *Gurlt* beschriebenen grossen Drüsen der Sohlenballen des Hundes und noch passender wären die ganz lose im subcutanen Gewebe liegenden grossen Drüsen der Vorhaut und der Haut des Euters des Pferdes. Will man die Drüsen zählen, so kann man auf Flächenschnitten der Haut ihre Oeffnungen suchen oder ein Hautstück von bestimmter Grösse nach der *Giraldès*'schen Methode behandeln und Stück für Stück untersuchen *(Krause)*. Für das Studium der Entwicklung der Drüsen mache man mit Doppelmesser oder Rasirmesser Durchschnitte der frischen und getrockneten Haut von Ferse und Handfläche von Embryonen; auch an Embryonen in Spiritus kann man, wenn die Schnitte fein sind, die Drüsen noch ganz gut sehen, namentlich auch im ersten Momente der Einwirkung von caustischem Natron.

Literatur. *Breschet et Roussel de Vauzème*, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils tégumentaires des animaux* in *Annal. d. scienc. natur.* 1834, pg. 167 u. pg. 321. (Entdeckung der Schweissdrüsen); *Gurlt*, Vergleichende Untersuchungen über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere, besonders in Bezug auf die Absonderungsorgane des Hauttalges und des Schweisses, in Müll. Arch. 1835, pg. 399. (Erste gute Abbildung der Drüsen selbst). Ausserdem vergleiche man noch besonders die allgemeinen Werke von *Todd-Bowman*, *Henle*, *Valentin*, *Hassall* und mir, die oben bei der Haut citirten Abhandlungen von *Krause*, mir, *Simon*, *v. Bärensprung* und *Wilson;* ferner die Abbildungen von *Berres Tab. XXIV*, *R. Wagner Icon. phys. Tab. XVI. Fig.* 9, *F. Arnold Icon. org. sens. Tab. XI.* und mir (Mikr. Anat. Tab. I.).

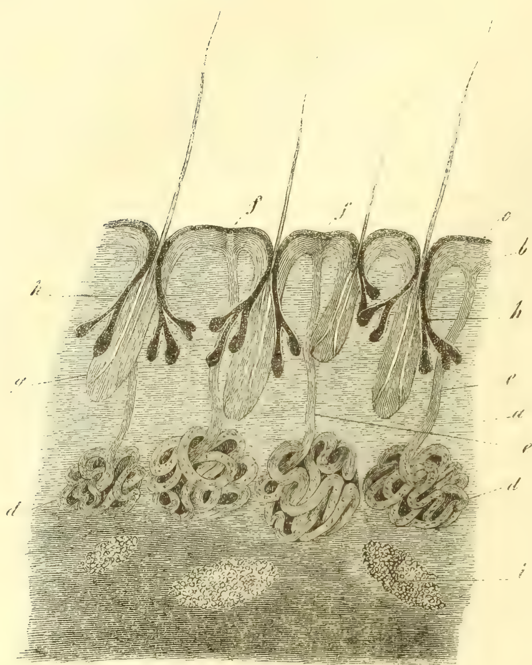
B. Von den Ohrenschmalzdrüsen.

§. 71.

Die Ohrenschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*, sind bräunliche, einfache, äusserlich den Schweissdrüsen vollkommen gleiche Drüsen, welche nicht im ganzen äussern Gehörgange, sondern nur im knorpeligen Theile desselben sich finden; sie liegen hier zwischen der Haut des Ganges und dem Knorpel oder den fibrösen Massen, die dessen Stelle vertreten, in einem derben fettarmen Unterhautzellgewebe und bilden eine zusammenhängende, dem blossen Auge leicht sichtbare gelbbraune Drüsenschicht, welche an der innern Hälfte des *Meatus cartilagineus* am mächtigsten ist, nach aussen allmälig sich verdünnt und auch lockerer wird, jedoch vollkommen so weit sich erstreckt, als der knorpelige Gang selbst.

Die Ohrenschmalzdrüsen zerfallen jede in den Drüsenknäuel und den Ausführungsgang. Ersterer (Fig. 83. *d*), von $^1/_{10}$, $^1/_4$—$^3/_4'''$ Grösse, besteht aus vielfachen Windungen eines einzigen 0,03—0,06''', im Mittel 0,04—0,05''' ($^1/_{20}$—$^1/_{25}'''$) dicken Canälchens, das hie und da, jedoch nicht constant, kleine Ausbuchtungen besitzt und mit einem blinden, leicht angeschwollenen Ende ausgeht. Von dem Knäuel steigt ein kurzer, gerader, 0,017—0,024''' weiter Ausführungsgang senkrecht in die Höhe,

Fig. 83.



durchbohrt Lederhaut und Epidermis des Gehörganges und öffnet sich in der Regel für sich mit einer runden Pore von 0,044''' oder mündet in den obersten Theil der Haarbälge ein.

Der feinere Bau der Ohrenschmalzdrüsen ist folgender. Die Canäle der Drüsenknäuel besitzen eine Faserhülle und ein Epithel, jene von 0,004 bis 0,005''' Dicke, dieses von 0,004'''. Die Faserhülle verhält sich gerade wie bei den grössern Schweissdrüsen, d. h. sie besteht aus einer innern, 0,0023—0,0026''' mächtigen Lage von glatten Muskeln mit longitudinalem Verlauf und einer äussern Lage von Bindegewebe mit eingestreuten Kernen, und hie und da queren sehr feinen Kernfasern. Das Epithel sitzt unmittelbar auf der Muskellage auf und besteht aus polygonalen, 0,006—0,01''' grossen Zellen in einfacher Lage, die eine grössere oder geringere Zahl gelbbrauner in Alkalien und Säuren in der Kälte unlöslicher Pigmentkörner von unmessbarer Kleinheit bis zu 0,002''' oder weisslicher Fetttröpfchen bis zu 0,001''' enthalten, in der Art, dass ganze Strecken einer Drüse in der Regel nur eine und dieselbe Art von Körnchen enthalten, woher es denn kommt, dass dieselben entweder gleichmässig bräunlich oder dunkel (bei auffallendem Lichte weisslich) aussehen. Der Inhalt der Drüsencanäle ist bald eine helle Flüssigkeit bald eine körnige, vorzüglich aus Zellen, ähnlich den Epithelialzellen, bestehende Substanz, woraus hervorzugehen scheint, dass hier dieselbe Art und Weise der Secretbildung vorkömmt, wie bei den Schweissdrüsen. — Die

Fig. 83. Durchschnitt durch die Haut des äussern Gehörganges 20 mal vergr. *a. Corium*; *b. Stratum Malpighii*; *c.* Hornschicht der Epidermis; *d.* Knäuel der Ohrenschmalzdrüsen; *e.* Ausführungsgänge derselben; *f.* ihre Mündungen; *g.* Haarbälge; *h.* Talgdrüsen des Gehörganges; *i.* Fetträubchen.

Ausführungsgänge besitzen eine Hülle von Bindegewebe und ein mehrschichtiges Epithel von kleinen, kernhaltigen, der Fett- und Pigmentkörner ermangelnden Zellen. Im Lumen derselben, das jedoch nicht immer deutlich ist, findet sich bald eine helle Flüssigkeit, bald eine feinkörnige Substanz in geringer Menge.

§. 72.

Als Secret der Ohrenschmalzdrüsen wird gemeinhin das Ohrenschmalz, *Cerumen auris*, genommen, was jedoch nur theilweise richtig ist. Untersucht man die weingelbe oder bräunliche, weichere oder festere klebrige Substanz, welche im knorpeligen Gehörgange sich bildet, so findet man, dass dieselbe aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Abgesehen von einzelnen Härchen, hie und da einem *Acarus folliculorum* und in verschiedener Zahl vorhandenen Epidermiszellen, trifft man 1) sehr viele mit blassem Fett ganz erfüllte Zellen von 0,009—0,02''' von meist länglich runder, abgeplatteter, unregelmässiger Gestalt, in denen bei Wasser-, und noch mehr bei Natronzusatz das Fett in einzelne runde oder unregelmässige dunklere Tropfen sich scheidet, 2) viel freies Fett in Gestalt von blassen, gelblichen, kleinen rundlichen Tröpfchen, die durch Wasser als runde dunkle Körner von unmessbarer Feinheit bis zu einer Grösse von 0,002''' und darüber erscheinen und erst recht deutlich hervortreten, zugleich aber auch sich entfärben, 3) gelbe oder bräunliche Körner und Körneraggregate, frei oder selten in Zellen, im Ganzen genommen spärlich, 4) endlich wenn das Secret flüssiger ist, auch eine geringe Menge einer klaren Flüssigkeit. Ich betrachte die erstgenannten Zellen als dem Hauttalge des äussern Gehörganges angehörig, die übrigen Theile dagegen als Secret der Ohrenschmalzdrüsen, die demnach eine fettreiche Flüssigkeit mit einzelnen bräunlichen Körnchen abscheiden würden. Bei so bewandten Umständen ist natürlich die Analyse des gewöhnlichen Ohrenschmalzes, eines Gemenges von Hauttalg und dem eigentlichen Cerumen, von *Berzelius* nur mit Vorsicht zu benutzen. Meiner Ansicht nach kommt die von ihm aufgefundene braungelbe, in Alkohol und Wasser lösliche bittere Substanz und der wenige in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche, blassgelbe, pikant schmeckende Extractivstoff nebst einem bedeutenden Theile des Fettes auf Rechnung der Ohrenschmalzdrüsen, das übrige Fett, die Hornsubstanz und wahrscheinlich auch das meiste Eiweiss auf die Talgdrüsen, wogegen das Verhalten der Salze natürlich ganz unbestimmt bleiben muss.

Die Gefässe der Ohrenschmalzdrüsen verhalten sich wie die der Schweissdrüsen; in einem Falle sah ich auch eine feine Nervenfaser von 0,003''' mitten in einer Drüse. — Ueber die Entwicklnng der Drüsen kann ich nur das angeben, dass sie bei einem Fötus von 5 Monaten die Gestalt von geraden, durch und durch aus kleinen kernhaltigen Zellen gebildeten blassen Fortsätzen des *Stratum Malpighii* der Oberhaut des Gehörganges hatten und mit einem leicht angeschwollenen und etwas um

seine Axe gedrehten dickern Ende von 0,024''' ausgingen, so dass eine erste Andeutung eines Drüsenknäuels entstand. Es glichen mit anderen Worten diese Drüsenanlagen vollständig dem, was die Schweissdrüsen um dieselbe Zeit zeigen und ich zweifle demzufolge bei der grossen anatomischen Uebereinstimmung der beiderlei Drüsen keinen Augenblick daran, dass die Ohrenschmalzdrüsen auch in ihrem ersten Werden und später wie die Schweissdrüsen sich verhalten.

Nach Allem, was ich von den Ohrenschmalzdrüsen gesehen, kann ich dieselben nur für eine Modification der Schweissdrüsen halten. Es ist schon bei diesen darauf aufmerksam gemacht worden, dass ihre Secrete gewiss nicht allerwärts gleich sind, hier mehr wässerig, dort mehr Fett- und Eiweisshaltig und mit eigenthümlich riechenden Substanzen versehen, und wir können daher, wenn auch das *Cerumen* zum Theil ganz eigenthümliche Substanzen, den gelben Bitterstoff z. B., der jedoch nach *Lehmann* keine Gallensäure ist, führen sollte, doch in Berücksichtigung der sonstigen Uebereinstimmung (man denke auch an die fast constanten und oft recht häufigen gelben Körnchen in den Schweissdrüsenknäueln, die in Alkalien und Säuren sich auch nicht lösen) die Ohrenschmalzdrüsen an die Schweissdrüsen, namentlich an die grösseren unter den letzteren, die ihnen anatomisch und physiologisch am meisten verwandt sind, anreihen; ja ich möchte selbst annehmen, dass die kleinsten blassen Ohrenschmalzdrüsen am Anfange des *Meatus* von gewöhnlichen Schweissdrüsen kaum verschieden sind. — Ueber die pathologischen Zustände der Ohrenschmalzdrüsen ist nichts bekannt. Von dem Ohrenschmalze wissen wir, dass es manchmal ganz fest ist, andere Male flüssig, eiterähnlich und blass. In dem letzteren Falle, der bei Congestivzuständen des äussern Gehörganges eintritt, enthält dasselbe vielmehr Fluidum und freies Fett als sonst und sehr schöne fetthaltige Zellen. — Die Untersuchung der Ohrenschmalzdrüsen anbelangend, verweise ich auf die Schweissdrüsen, mit denen sie in Lage, chemischem Verhalten gegen Säuren, Alkalien u. s. w. ganz übereinstimmen.

Literatur. *R. Wagner, Icones physiologicae. Tab. XVI. Fig. 11. A. B.*; *Krause* und *Kohlrausch* in Müllers Archiv 1839, pg. CXVI; *Pappenheim*, Beiträge zur Kenntniss der Structur des gesunden Ohres, in Fror. N. Not. 1838. No. 141. pg. 131 und Specielle Gewebelehre d. Gehörorgans. Breslau 1840; *Henle* Allg. Anat. pg. 915, 916, 934, 941; *Huschke* Eingeweidelehre pg. 819; *Hassall* Mikrosk. Anat. pg. 427. Pl. LVII.; *Valentin* Artikel Gewebe im Handw. der Phys. I. pg. 755.

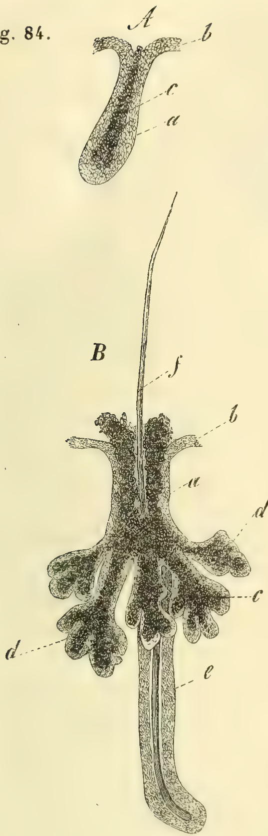
C. Von den Talgdrüsen.

§. 73.

Die Talgdrüsen, *Glandulae sebaceae*, sind kleine weissliche Drüsen, welche fast überall in der Haut sich finden und den Hauttalg oder die Hautschmiere, *Sebum cutaneum*, secerniren.

Die Gestalt der Talgdrüsen ist eine sehr verschiedenartige. Die einfachsten (Fig. 84. *A*) sind birnförmige oder längliche kurze Schläuche; bei andern, den einfach traubenförmigen, sind zwei, drei oder noch mehr Schläuche oder Bläschen mit einem kürzern oder

Fig. 84.



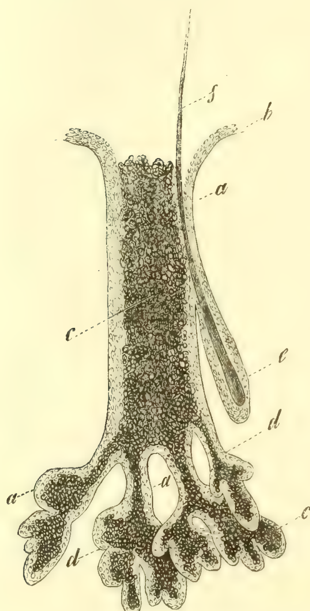
längern Stiele vereint, bei noch anderen endlich (Fig. 84. *C*, 85.) kommen zwei, drei und noch mehr einfache Träubchen in einem gemeinsamen Gange zusammen und bilden ein zierliches zusammengesetzt traubiges Drüschen. Ausser diesen drei Formen, welche nur die Hauptvarietäten darstellen, existiren nun aber noch eine ziemliche Zahl Zwischenformen, die keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Die Talgdrüsen kommen vorzüglich an behaarten Stellen vor und münden zugleich mit den Haarbälgen an der Oberfläche aus, weshalb man sie auch Haarbalgdrüsen benannt hat. Bei allen stärkeren Haaren erscheinen die Drüsen als seitliche Anhänge der Haarbälge und öffnen sich mit engeren Ausführungsgängen in dieselben (Figg. 75, 76, 77, 83), bei Wollhaaren dagegen sind häufig Drüsengänge und Haarbälge ungefähr gleich stark (Fig. 84. *B*) und münden in einen gemeinsamen Canal, den man ebenso gut als Fortsetzung des einen als des andern Gebildes betrachten kann, oder überwiegen selbst die Drüsengänge (Fig. 85.) und treten die Haare in das untergeordnete Verhältniss, so dass sie mit ihren Bälgen in die Drüsen ausgehen und selbst zur Drüsenöffnung herauskommen. — An unbehaarten Stellen finden sich Talgdrüsen nur an den *Labia minora* (siehe §. 54) und der *Glans* und dem *Praeputium penis*, fehlen dagegen an der *Glans* und dem *Praeputium clitoridis*. Im Allgemeinen sitzen die Drüsen dicht an den Haarbälgen in den oberen Theilen der *Cutis* und sind bei kleineren Haaren stärker als bei grösseren; doch zeigen sich im Einzelnen manche Verschiedenheiten. Was die Drüsen der stärkeren Haarbälge anbelangt, so sind dieselben meist einfach traubenförmig von $1/10$—$3/10'''$ mittlerer Grösse und zu 2—5 um die Bälge herumgestellt. Die kleinsten von 0,1—0,16''' finden sich je zu zweien an den Kopfhaaren, schon stärkere von 0,16—0,24''' an den Barthaaren und den längeren Haaren der Brust und Achselgrube, an denen sie meist zu mehreren um

Fig. 84. Talgdrüsen von der Nase etwa 50 mal vergr. *A*. Einfache schlauchförmige Drüse ohne Haar. *B*. Zusammengesetzte Drüse, die mit einem Haarbalg zusammenmündet. *a*. Drüsenepithel, zusammenhängend mit *b*. dem *Stratum Malpighii* der Oberhaut; *c*. Inhalt der Drüsen, Talgzellen und freies Fett; *d*. die einzelnen Träubchen der zusammengesetzten Drüse; *e*. Haarbälge (Wurzelscheide) mit dem Haare *f*.

die Bälge herumliegen, die allergrössten am *Mons veneris*, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, allwo sie, wenigstens am letzten Orte, an der untern Grenze der *Cutis* sich befinden und je die 4—8 zusammengehörenden Drüsen die Gestalt von schönen, 1/4, 1/2—1''' breiten Rosetten haben. An den Bälgen kleiner starker Haare finde ich kleinere Talgdrüsen meist zu zweien von 0,06—0,24''', so an den Augenbrauen, den Augenwimpern und den Haaren des Naseneinganges. An den Wollhaaren zeigen sich meist grössere Drüsen oder Drüsenhäufchen von 1/4—1''', am allerschönsten an der Nase, dem Ohr (*Concha*, *Fossa scaphoidea* etc.) dem *Penis* (vordere Hälfte), dem Warzenhofe, namentlich an ersterer, deren Drüsen oft eine colossale Grösse und ganz absonderliche Formen annehmen (Fig. 85.); von 1/5—1/3''' Grösse sind die Drüsen meist auch an der *Caruncula lacrymalis*, an Lippen, Stirn, Brust und Bauch, etwas kleiner von 1/5—1/6''', doch immerhin meist grösser als an den Kopfhaaren, an den Augenlidern, den Wangen, dem Halse, dem Rücken und den Extremitäten. Von den Drüsen, die nicht mit Haarbälgen zusammenhängen, sind nur die der *Labia minora* zum Theil von ansehnlicher Grösse (0,14—0,5''') und zierlich rosettenförmig von Gestalt, mit Oeffnungen von 0,033''', die andern sind meist einfach schlauchförmig und höchstens 0,12—0,16''' lang, 0,04—0,06''' breit. — Die **Drüsenbläschen** der Talgdrüsen sind entweder rund oder birn- und flaschenförmig, ja selbst langgestreckt wie Schläuche. Ihre Grösse variirt ungemein von 0,06—0,16''' Länge, 0,02—0,1''' Breite und beträgt im Mittel 0,04''' bei den runden, 0,08''' Länge, 0,03''' Breite bei den anderen. Die Ausführungsgänge derselben sind ebenfalls von sehr verschiedenen Dimensionen, bald lang, bald kurz, weit oder eng; die Hauptausführungsgänge messen an Nase und *Labia minora* bis 1/3''' Länge, 1/15—1/6''' Breite und haben ein 0,015—0,03''' dickes Epithel.

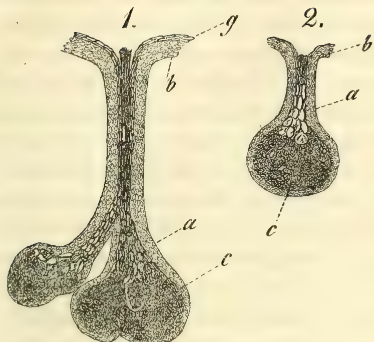
Fig 85.



Die Talgdrüsen an der *Glans penis* und der innern Lamelle des *Praeputium* oder die Tyson'schen Drüsen sind **sehr inconstant** und finden sich bald nur in höchst geringer Anzahl (2—10), bald in grosser Menge, selbst zu Hunderten. Dieselben sind **gewöhnliche Talgdrüsen**, die von denen anderer Gegenden nur dadurch sich unterscheiden, dass sie nicht mit Haarbälgen in Verbindung stehen, sondern frei in der Haut sich öffnen. Man unterscheidet sie meist schon von freiem

Fig. 85. Eine ganz grosse Drüse von der Nase mit kleinem einmündendem Haarbalg 50 mal vergrössert. Die Buchstaben *a—f* wie in Fig. 84.

Fig. 86.



Auge als kleine weissliche, nicht über die Haut hervorragende Punkte, und an mit Natron oder Essigsäure behandelten Hautlamellen lassen sich auch mikroskopisch ihre Eigenthümlichkeiten sehr leicht studiren. Es ergibt sich, dass dieselben theils einfach schlauchförmig, theils einfach traubenförmig sind. Die ersteren besitzen einen rundlichen oder birnförmigen Schlauch von 0,048—0,12''' Durchmesser und einen geraden Ausführungsgang von $^1/_{10}'''$ Länge und 0,024—0,035''' Breite, die letzteren haben 2, 3, höchstens 5 Endbläschen und messen 0,08—0,18''' im Ganzen; die Oeffnungen der beiderlei Drüsen von 0,02—0,06''' sind nicht schwer zu sehen. Bezüglich auf den Sitz dieser Drüschen bemerke ich, dass ich dieselben, 10 bis 50 und darüber an Zahl, an der Vorhaut (innere Lamelle), besonders in der Gegend des *Frenulum* und ihres vorderen Theiles nie vermisse, während sie an der *Glans* selbst und ihrem Halse bald vollkommen mangeln, bald, und dann meist in grösserer Zahl bis auf 100, besonders an ihrer vorderen Fläche vorkommen. An der Vorhaut sind die Drüsen vorzüglich traubige, hier mehr einfache. Der Inhalt derselben ist vollkommen wie bei andern Talgdrüsen, nämlich fetthaltige Zellen, worüber unten mehr. —

Die Talgdrüsen der weiblichen äusseren Genitalien finden sich an der innern und äussern Seite der *Labia minora* meist in grosser Menge und sind zum Theil eben so gross wie die an den kleinen Härchen der Innenfläche der *Labia majora*, zum Theil kleiner. *Glans* und innere Lamelle des *Praeputium clitoridis* haben mir nie Talgdrüsen dargeboten, obschon Burkhardt von solchen an der *Corona clitoridis* spricht, wohl aber in einzelnen Fällen die Umgegend der Harnröhrenmündung und der Scheideneingang selbst.

Den Talgdrüsen in allem Wesentlichen ganz gleich, nur grösser, sind die *Meibom*'schen Drüsen der Augenlider, von denen eine genauere Beschreibung beim Auge gegeben werden soll.

Nach *E. H. Weber (Fror. Notiz.* März 1849) rührt das *Smegma praeputii* des Bibers, das *Castoreum* oder Bibergeil, nicht hauptsächlich von Drüsen her, indem nur an einem kleinen Theile der dasselbe secernirenden Beutel sehr einfache runde, linsenförmige Drüschen von $^1/_{33}'''$ die grössten sich finden. Das Secret ist vielmehr bei Individuen beiden Geschlechtes eine die Castorbeutel ganz auskleidende geschichtete Masse, die nur aus Oberhautzellen und kleinen fettartigen Kügelchen besteht. *Leydig (Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. II. pg. 22, 31 u. flgde.) findet in den Bibergeilsäcken gar keine Drüsen und ebenso verhalten sich auch nach ihm die Vorhautsäcke des Wiesels; dagegen besitzen die Ratten und Mäuse an der Vorhaut wirkliche Talgdrüsen, jedoch von complicirtem Bau.

§. 74.

Der feinere Bau der Talgdrüsen ist folgender: Jede Drüse besitzt eine äussere zarte Hülle von Bindegewebe, die von dem Haarbalge oder

Fig. 86. Zwei Talgdrüsen, die grössere 1. von der innern Lamelle der Vorhaut, die kleinere 2. von der *Glans penis*, 50 mal vergr. *a*. Drüsenepithel sich fortsetzend in die *Malpighi*'sche Schicht der Haut *b*. *c*. Drüseninhalt mit einzelnen grösseren Fetttropfen. *g*. Hornschicht der Oberhaut, etwas in den Drüsengang sich hineinziehend.

bei freien Drüsen von der Lederhaut ausgeht, und im Innern Zellenmassen, die je nach den verschiedenen Gegenden der Drüsen verschieden sich verhalten. Geht man von dem Ausführungsgange einer derselben aus (siehe Fig. 88 *B*), so sieht man, dass gerade wie die Bindegewebshülle des anstossenden Haarbalges, so auch ein Theil seiner äusseren Wurzelscheide in den Gang selbst übergeht, und denselben mit einer mehr- (2 bis 6) fachen Schicht von kernhaltigen, rundlichen oder polygonalen Zellen auskleidet. Diese Zellenschicht nun setzt sich, nach und nach zarter werdend, in die entfernteren Drüsentheile fort und dringt endlich auch in die eigentlichen Drüsenbläschen ein (Fig. 87. *A*), um dieselben in einfacher, selten doppelter Lage auszukleiden. Nach innen von diesen Zellen, die durch eine grössere oder geringere Menge von Fettkörnchen von den höher gelegenen Epithelzellen sich unterscheiden, folgen in den Drüsenbläschen selbst unmittelbar andere (Fig. 87 *B b*), welche mehr Fett enthalten und diese gehen endlich in die innersten Zellen des Drüsenbläschens über, die ohne Ausnahme grösser (von 0,016—0,028‴) als die mittleren und äussersten Zellen, rundlich oder länglich rund von Gestalt und mit farblosem Fette so erfüllt sind, dass man sie nicht unpassend Talgzellen nennen könnte (Fig. 87. *B*). Ihr Fett erscheint entweder noch in Gestalt von discreten Tröpfchen *(bb)*, wie in den äusseren Zellen, oder, und zwar noch häufiger, unter der Form grösserer Tropfen *(c)*, ja in manchen Zellen sind nur einige wenige derselben oder selbst nur ein einziger, die Zelle ganz erfüllender Tropfen vorhanden *(d)*, so dass dann eine grosse Aehnlichkeit mit einer Fettzelle des *Panniculus adiposus* sich herausstellt. Verfolgt man diese innersten Zellen, die nur selten noch Kerne entdecken lassen, nach den Ausführungsgängen zu, so ist nichts leichter als die Wahrnehmung, dass ähnliche Zellen ohne Unterbrechung eine an die andere gereiht, auch in diese, d. h. in den von ihrem Epithel umschlossenen Canal sich fortsetzen, dann, in den Haarbalg eingetreten, den Raum zwischen dem Haare und der Oberhaut des Haarbalges einnehmen (Fig. 88. *B* vom Fötus), und schliesslich nach aussen abgeschie-

Fig. 87.

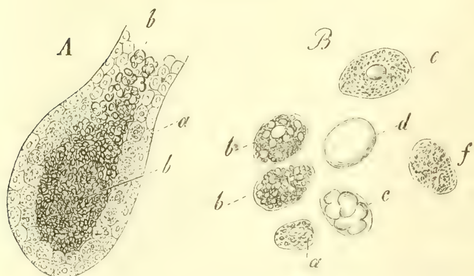


Fig. 87. *A*. Ein Drüsenbläschen einer gewöhnlichen Talgdrüse 250 mal vergr. *a*. Epithel scharf begrenzt, aber ohne Bekleidung von einer *Membrana propria* und continuirlich übergehend in die fetthaltigen Zellen *b* (die Contouren derselben sind zu undeutlich angegeben) im Innern des Drüsenschlauches. *B*. Talgzellen aus den Drüsenschläuchen und dem Hauttalge 350 mal vergr. *a*. kleinere, fettarme, noch mehr epithelartige kernhaltige Zelle; *b*. fettreiche Zellen, ohne sichtbaren Kern; *c*. Zelle, in der das Fett zusammenzufliessen beginnt; *d*. Zelle mit Einem Fetttropfen; *e. f*. Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

den werden. Diese Zellen und nichts anderes bilden den Hauttalg, eine frisch und bei der Körpertemperatur halbflüssige Masse, die jedoch in Leichen consistenter, wie Butter oder weicher Käse, weisslich oder weissgelblich von Farbe, bald zäher, bald leichter zerreiblich erscheint. Seine Zellen kleben im frischen Secrete mehr oder weniger fest zusammen und sind daher meist abgeplattet und unregelmässig von Gestalt, ihre Membran ist nicht zu erkennen und der Inhalt ganz homogen, durchscheinend mit einem gelblichen Schimmer. Setzt man aber verdünnte Alkalien zu, so quellen dieselben nach einiger Zeit zu schönen rundlichen oder länglichrunden Bläschen auf, in denen durch das eingedrungene Reagens das Fett in einzelne Tröpfchen von verschiedener Grösse und unregelmässige Häufchen sich sondert; zugleich wird der Hauttalg weiss wegen der entstehenden vielen kleinen Fetttheilchen und bilden sich grössere Fettropfen wahrscheinlich in Folge der Auflösung mancher Zellen. Ausser den Talgzellen führt der Hauttalg auch noch freies Fett in grösserer oder geringerer Menge und vielleicht auch in einigen Fällen eine äusserst geringe Menge einer hellen Flüssigkeit.

Dem Bemerkten zufolge ist der Hauttalg ein Secret, das so zu sagen nur aus geformten Elementen, entweder fetthaltigen Zellen für sich allein oder solchen mit Fetttropfen gemengt, besteht. Diese Bestandtheile bilden sich in den bläschenförmigen Enden der Drüsen in Folge einer Zellenproduction, die, wie bei den Oberhautgebilden überhaupt, einzig und allein an die vorhandenen Zellen gebunden ist und ohne Mitwirkung einer freien Zellenbildung, von welcher hier ebenfalls keine Spur sich zeigt, geschieht. Durch endogene Zellenbildung um Inhaltsportionen oder Zellentheilung entstehen im Grunde der Drüsenbläschen beständig Zellen, die, anfangs blass und arm an Körnern, gleich den Epithelialzellen, denen sie ihren Ursprung verdanken, indem sie durch fortwährend nach ihnen entstehende Zellen nach dem Innern rücken, sehr bald mit mässig grossen, runden, dunklen Fettkörnchen ganz sich füllen. So rücken sie nach den Ausführungsgängen zu, indem ihre Fetttropfen immer mehr zusammenfliessen und ihre Membranen selbst etwas resistenter werden, und gestalten sich schliesslich zu den beschriebenen Talgzellen. Das freie Fett im Hauttalg bildet sich dadurch, dass in gewissen Fällen die Zellen schon im Innern der Drüsenbläschen sich auflösen, denn man trifft in der That in manchen Drüsen schon in den Endbläschen freies Fett in kleineren oder grösseren, oft recht grossen Tropfen (Fig. 86 *B*); doch entsteht dasselbe vielleicht auch durch ein Aussickern aus geschlossenen Zellen, mit welcher Annahme der Umstand nicht übel stimmt, dass die fetthaltigen Zellen im ausgeschiedenen Hauttalg selten prall gefüllt, sondern meist verschiedentlich abgeplattet, auch wohl runzelig und mit nur noch wenigem Fett versehen erscheinen. — So aufgefasst erinnert die Bildung des Hauttalges in manchen Beziehungen an die der Oberhaut. Die jungen, leicht löslichen Zellen im Grunde der Drüsenbläschen können den *Malpighi*'schen Zellen

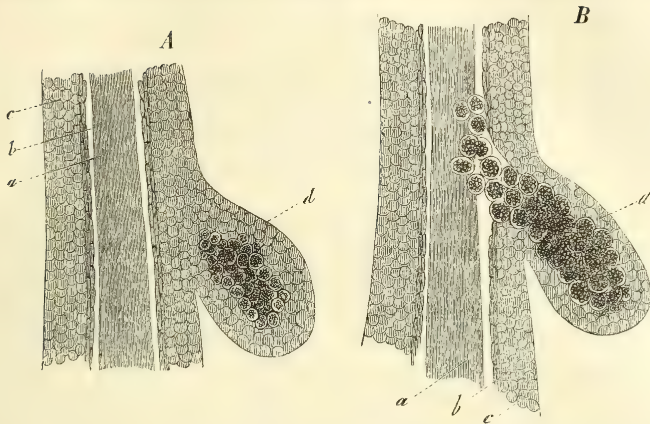
der Epidermis und die weniger löslichen, mit Fett gefüllten des Secretes selbst den Hornplättchen verglichen werden, was um so passender erscheint, wenn man bedenkt, 1) dass die tiefe Schicht der Oberhaut des Haarbalges continuirlich in die Drüsengänge und die äussersten Zellen der Endbläschen selbst sich fortsetzt und 2) dass auch die Epidermis an einigen Stellen durch fortdauernde Ablösung Secrete, ich meine das *Smegma praeputii penis et clitoridis*, und noch dazu allem Anscheine nach dem Hauttalge auch chemisch verwandte Substanzen bildet. Der letztere enthält nämlich zufolge einer mit dem Inhalte einer ausgedehnten Drüse angestellten Analyse von Esenbeck (*Gmelin's Handbuch der Chemie, Bd. II*) vorzüglich Talg 24,2, Eiweiss und Käsestoff 24,2, Extracte 24 und phosphorsauren Kalk 20%, welche Substanzen zum Theil wenigstens auch in dem *Smegma* vorkommen (St. 105).

Von Nerven an den Talgdrüsen habe ich nichts bemerkt, ebenso wenig von Gefässen, die auf und zwischen ihren Läppchen selbst sich ausbreiten, dagegen finden sich allerdings um grössere Drüsen herum, am deutlichsten am *Penis* und *Scrotum*, so wie am Ohr, Gefässe feinerer Art und selbst Capillaren in Menge. Noch erinnere ich an die oben bei der Lederhaut beschriebenen glatten Muskeln in der Nähe der Talgdrüsen, deren Zusammenziehung für die Entleerung des Inhaltes derselben wohl kaum gleichgültig ist.

§. 75.

Entwicklung der Talgdrüsen. Die erste Bildung der Talgdrüsen fällt in das Ende des vierten und den fünften Monat und steht mit der Entwicklung der Haarbälge im innigsten Zusammenhang, in der Weise, dass dieselben zugleich mit der Entstehung der Haare oder kurze Zeit nach derselben als Auswüchse der Haarbälge auftreten, wesshalb sie auch nicht alle auf einmal, sondern diejenigen der Augenbrauen, der Stirn etc. zuerst, zuletzt die der Extremitäten erscheinen. Die genaueren Verhältnisse sind folgende: Wenn die Haarbalganlagen sich schon bedeutend entwickelt haben und die erste Andeutung der Haare in ihnen sichtbar ist (Fig. 75. *AB*), sieht man an der äussern Fläche der Haarbälge kleine, nicht scharf begrenzte warzenförmige Auswüchse *(nn)* sich erheben, die aus einer durchaus soliden, mit der äussern Wurzelscheide continuirlich zusammenhängenden Zellenmasse und einer zarten, mit der der Haarbälge sich fortsetzenden Hülle bestehen. Diese Auswüchse der äussern Wurzelscheide der Haarbälge, wie man sie passend nennen kann, anfänglich von 0,02—0,03''' Durchmesser und 0,01—0,016''' Dicke, nehmen nun entsprechend der Vergrösserung der Haarbälge ebenfalls zu, werden kugelförmig und endlich, indem sie sich noch mehr ausziehen und zugleich schief nach dem Grunde der Bälge zu neigen, birn- und flaschenförmig. Nun beginnt eine Fettbildung in den innern

Fig. 88.



Zellen (Fig. 88. *A*), die im Grunde der birnförmigen Auswüchse beginnend auch auf den Stiel derselben fortgeht und endlich auch die Zellen der äussern Wurzelscheide ergreift, bis am Ende die Fettzellen bis an den Canal des Haarbalges reichen (Fig. 88. *B*). Jetzt ist die Drüse und ihr Inhalt da und es braucht nun nur noch eine Vermehrung der Zellen im Grunde der Drüse oder dem Drüsenbläschen zu beginnen, um die im Drüsengange befindlichen Talgzellen in den Haarbalg einzutreiben und die Secretion vollständig in Gang zu setzen. Mithin sind auch die Talgdrüsen wie die Schweissdrüsen anfänglich solide Auswüchse der *Malpighi*'schen Schicht der Haut, an denen erst nachträglich Oeffnungen nach aussen entstehen und bildet sich der erste Hauttalg durch eine Umwandlung der innern Zellen der Drüsenanlagen während der Raum, den diese Zellen einnehmen, zur Drüsenhöhle wird, der aber niemals frei erscheint, sondern beständig von nachrückenden wuchernden Zellen ererfüllt wird.

Die bisher geschilderte Entwicklung der Talgdrüsen geht ziemlich rasch vor sich. Im Allgemeinen lässt sich angeben, dass, so lange die Haare nicht durchgebrochen, die Drüsenanlagen warzenförmig sind, kaum mehr als 0,03''' messen und meist noch ganz blasse Zellen enthalten. Sind die Haare heraus, so findet man grössere birnförmige Anlagen mit einem dickeren Ende von 0,024—0,05''', zum Theil noch mit blassen, zum Theil mit fetthaltigen Zellen und nun brechen dieselben auch bald in den Haarbalg durch. Im fünften Monate hat demnach an vielen Orten die Secretion schon begonnen und im sechsten ist dieselbe überall im Gange. Zugleich

Fig 88. Zur Entwicklung der Talgdrüsen von einem 6monatlichen Fötus, ungefähr 250 mal vergr. *a*. Haar, *b*. innere Wurzelscheide, hier mehr der Hornschicht der Oberhaut gleich, *c*. äussere Wurzelscheide, *d*. Talgdrüsenanlagen. *A*. Anlage der Drüse flaschenförmig, mit Fettbildung in den centralen Zellen. *B*. Anlage noch grösser, Fettbildung auch in ihrem Hals und Ausstossung der fetthaltigen Zellen in den Haarbalg, hiermit Drüsenhöhle und Secretion gegeben.

ist aber zu bemerken, dass neben den anfänglichen Drüsen, die entweder zu einer oder zu zweien an einem Balge vorkommen, im sechsten Monate neue Anlagen hervorkommen, die meist tiefer sitzen und nach und nach in Verfolgung des oben angegebenen Ganges bald zu secernirenden Drüsen sich gestalten. Die fetthaltigen Zellen der eben erst entstandenen Drüsen enthalten ohne Ausnahme viele Fettkörner, nie einen einzigen grossen Tropfen; auch Kerne kommen in ihnen, wie in den blassen Zellen, die sie umschliessen, vor.

Die weitere Entwicklung der Talgdrüsen beruht darauf, dass die anfangs einfach schlauchförmigen Drüsen durch Wucherung ihrer äusseren fettlosen Zellen solide Sprossen treiben, die sich nach und nach in eben der Weise wie die ersten Anlagen wieder zu Drüsenbläschen umwandeln. Durch wiederholte Sprossenbildung von den primitiven oder secundären Drüsenbläschen aus bilden sich dann grössere Träubchen und aus diesen endlich die zusammengesetztesten, die nur vorkommen. Die sogenannten Drüsenrosetten gehen sehr oft aus einer einzigen Drüsenanlage hervor, die mächtig wuchernd den Haarbalg von allen Seiten umfasst, andere Male aber auch aus zwei und noch mehr ursprünglichen Fortsätzen der äussern Wurzelscheide. Beim siebenmonatlichen Fötus sind noch die meisten Drüsen einfache gestielte Schläuche von 0,04 – 0,06‴ Länge und 0,02—0,03‴ Breite, die zu einem oder zweien an den Haarbälgen sitzen, nur am Ohr stehen vier bis fünf Drüsen der einfachsten Art um einen Balg herum, die Rosetten von nicht mehr als 0,06‴ Durchmesser bilden und an der Nase zeigen sich einfache Träubchen von höchstens 0,1‴. Beim Neugebornen finden sich an allen vorhin angegebenen Orten statt der einfachen Schläuche einfache Träubchen, je eines oder seltner zwei an einem Balg von 0,1—0,12‴ Länge und nur 0,04—0,06‴ Breite; nur an der Brust sind die Drüschen rosettenartig, ebenso an Ohr, Schläfe, Nase, Brustwarze, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, wo dieselben 0,1‴, an den letzten vier Orten selbst bis 0,4‴ und darüber messen. Aus diesen Angaben ist ersichtlich, dass die meisten Drüsen auch noch nach der Geburt an Grösse zunehmen, was gewiss in derselben Weise vor sich geht wie während der Fötalperiode, für welche Annahme auch bei Erwachsenen hie und da vorkommende blasse solide Drüsenläppchen sprechen; gewisse Drüsen entstehen erst nach der Geburt, so z. B. die der *Labia minora*.

Die Talgdrüsen kommen auch an abnormen Stellen vor; so beobachteten sie *Kohlrausch (Müll. Arch.* 1843, pg. 365) in einer Eierstockscyste und *v. Bärensprung* (l. c. pg. 104) in einer subcutanen Balggeschwulst der Stirn, an beiden Orten in Verbindung mit Haarbälgen, woraus geschlossen werden darf, dass sie in haarhaltigen Cysten wohl öfter sich finden. In der That traf ich auch sehr schöne Talgdrüsen mit viel Hauttalg in den Wänden der oben erwähnten haarhaltigen Cyste in der Lunge *(Mohr's* Fall). Eine Neubildung von Talgdrüsen in Narben will *v. Bärensprung* in seltenen Fällen nur erst nach Jahren gesehen haben (l. c. pg. 115). Wenn die Haare ausfallen, scheinen die Talgdrüsen zu schwinden, wenigstens habe ich mehrmals an kahlen Stellen dieselben vermisst. Hypertrophien der Talgdrüsen

finden sich nach *E. H. Weber (Meckel's Archiv* 1827, pg. 207) bei Hautkrebsen, nach *v. Bärensprung* beim Akrothymion oder den feuchten Warzen (l. c. pg. 81), beim *Naevus pilosus*. Auch die Comedonen oder Mitesser, zu denen ich auch den *Lichen pilaris*, wenigstens wie ihn *Simon* auffasst (l. c. pg. 334), rechne, sind mit Hauttalg erfüllte, ausgedehnte Haarbälge und Talgdrüsen, die besonders da vorkommen, wo die Drüsen durch Grösse sich auszeichnen, so an der Nase, den Lippen, dem Kinn, Ohr, Warzenhofe und dem *Scrotum*. Sie entstehen entweder durch Verstopfung der Haarbalgmündungen durch Unreinigkeiten oder durch Bildung eines zäheren, consistenteren Secretes, und enthalten neben einem oder mehreren Haaren, die aber auch fehlen können, fetthaltige Zellen, wie im normalen Hauttalg, Epidermiszellen von den Haarbälgen herrührend, freies Fett, manchmal Cholestearinkrystalle und den *Acarus folliculorum*. Das Hirsekorn, *Milium*, kleine weissliche Knötchen an den Augenlidern, der Nasenwurzel, dem *Scrotum*, Ohr, bildet sich, wie *v. Bärensprung* gewiss mit Recht annimmt, ebenfalls aus den Talgdrüsen und zwar dann, wenn dieselben für sich allein, nicht aber die Haarbälge sich ausdehnen, wodurch rundliche, die Haut hervortreibende Knötchen ohne Oeffnung entstehen, deren dem der Comedonen ähnliches Secret sich manchmal noch durch die Haarbälge ausdrücken lässt. Endlich müssen, wie wohl von Niemand mehr bezweifelt wird, auch die Schmeerbälge, die in der *Cutis* selbst sitzen (Atheroma, Steatoma, Meliceris und auch das Molluscum) als colossal vergrösserte Haarbälge mit Talgdrüsen angesehen werden, worüber das Nähere in den citirten Werken nachzulesen ist. — Auch in Betreff eines kleinen Schmarotzers, des *Acarus folliculorum*, der in gesunden und erweiterten Haarbälgen und Talgdrüsen wohnt, verweise ich auf *G. Simon* (l. c. pg. 287). Bei dem oben erwähnten Falle von *Ichthyosis congenita* fanden Dr. *H. Müller* und ich die Ausführungsgänge der Talgdrüsen in der Epidermis allerwärts erweitert von 0,02—0,06‴, mit sackartigen, oft zu mehreren hintereinanderliegenden Ausbuchtungen von 0,04—0,12‴ und ganz voll von Hauttalg. Hie und da war ein Härchen in einem solchen Gange drin, so dass derselbe dann zugleich als Haarbalg erschien.

Bei der Untersuchung der Talgdrüsen präparirt man dieselben entweder von innen her und schneidet sie mit den betreffenden Haarbälgen von der *Cutis* ab, oder man macht nicht zu feine senkrechte Hautschnitte. Hat man den feineren Bau der Drüsen an denen des *Scrotum* und *Penis*, sowie der *Labia minora*, welche ohne alle Mühe sich isoliren lassen und daher am besten zur ersten Untersuchung sich eignen, studirt, wobei namentlich auch Essigsäure, die die umliegenden Theile durchsichtig macht, sich sehr dienlich erweist, so kann man bei den übrigen, wenn es nur auf Form, Lage und Grösse ankommt, sich mit dem grössten Vortheile der Alkalien, namentlich des Natrons bedienen, welche, während sie die Drüsen ihres Fettreichthums wegen wenig angreifen, alle sie verdeckenden Theile aufhellen. Will man nicht die Hülle, sondern die Zellen der Drüsen studiren und zugleich ihre Form ganz übersehen, so ist nichts besser als die Haut zu maceriren; alsdann ziehen sich mit der Epidermis die Haare mit ihren Wurzelscheiden und die Zellenmassen der Talgdrüsen, Epithel und Contentum, *in toto* oft wunderschön heraus. Wo die Epidermis dünn ist *(Scrotum, Labia majora, Glans penis)*, erreicht man dasselbe durch Aufträufeln concentrirter Essigsäure in kurzer Zeit, ebenso, jedoch mit grösserer Zerstörung der Drüsenzellen, durch Natron. Für das Studium der Entwicklung der Talgdrüsen ist die Maceration der fötalen Haut und Aufhellung derselben durch Essigsäure von grossem Nutzen. Die fetthaltigen Zellen im Innern der Drüsen isoliren sich äusserst leicht beim Zerzupfen einer grösseren Drüse und was das ausgeschiedene Secret betrifft, so ist dasselbe ohne Zusatz, mit Wasser und mit Natron zu untersuchen.

Literatur. Man vergleiche die bei der Haut citirten Abhandlungen von *Gurlt* (pg. 409), *Krause* (pg. 126), *G. Simon* (pg. 9), *Valentin* (pg. 758), den bei den Haaren berührten Aufsatz von *Eschricht*, dann die allgemeinen Werke von *Henle*

(pg. 899), *Todd-Bowman* (pg. 424, Fig. 92), *Hassall* (Pl. LIV, sollte LIII heissen, pg. 401), *Bruns* (pg. 349), *Gerber* (pg. 75, Fig. 40, 42, 43, 44, 45, 239), *Arnold* (II. Th.), die Abbildungen von *Wagner (Icon. phys. Tab. XVI, Fig. 11. c), Arnold (Icon. anatom. fasc. II, Tab. XI, Fig. 10.)* und *Berres* (Tab. XXIV), ausserdem noch *G. Simon:* Ueber die sogenannten Tyson'schen Drüsen an der Eichel des männlichen Gliedes in Müll. Arch. 1844, pg. 1.

Vom Muskelsysteme.

§. 76.

Zum Muskelsysteme gehören alle quergestreiften Muskeln, welche sammt ihren Hülfsorganen, den Sehnen und Fascien, zur Bewegung des Skelettes, der eigentlichen Sinnesorgane und der Haut dienen. Dieselben bilden ein zwischen Haut und Knochen, und zwischen den Knochen selbst gelegenes System, dessen einzelne Theile so aneinanderliegen und durch gemeinschaftliche Hüllen vereint sind, dass sie füglich als ein Ganzes betrachtet werden können.

§. 77.

Die eigentlichen Elemente der in Frage stehenden Muskeln, die von blossem Auge eben noch sichtbaren quergestreiften (animalen oder willkürlichen) Muskelfasern, *Fibrae musculares*, auch Primitivbündel, zeichnen sich besonders durch ihre Stärke und die deutliche Ausprägung ihrer einzelnen Theile vor denen der meisten anderwärts noch vorkommenden quergestreiften Muskeln aus. Letzteres anlangend, so ist einmal die Scheide der Primitivbündel oder das Sarcolemma ohne Ausnahme, namentlich nach Zusatz von Wasser, Essigsäure und Alkalien an allen Bündeln mit Leichtigkeit als eine vollkommen structurlose, durchsichtige, elastische, glatte Hülle zu erkennen, die beim Menschen wie bei Säugethieren durch ihre Zartheit vor derjenigen der niedern Wirbelthiere, namentlich der nackten Amphibien sich auszeichnet. Die von ihr festumschlossenen Muskelfäserchen oder Primitivfibrillen, *Fila sive Fibrillae musculares* (Fig. 89.), lassen sich besonders an leicht macerirten, gekochten, in Alkohol oder Chromsäure aufbewahrten Muskeln nicht unschwer isoliren, sind in der Regel varicös, d. h. von Stelle

Fig. 89.

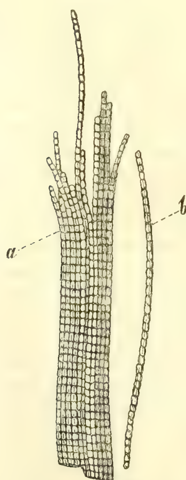


Fig. 89. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl *(Siredon pisciformis)*. *a.* Ein kleines Bündel von solchen, *b.* eine isolirte Fibrille, 600 mal vergr.

zu Stelle, in Intervallen von 0,0004 — 0,001''', mit leichteren oder stärkeren Anschwellungen versehen und bewirken daher, da ihre dickeren und dünneren Stellen durch die ganze Dicke der Muskelfasern regelmässig in einer Höhe liegen, meist ein zierliches quergebändertes Ansehen derselben, hie und da auch daneben noch eine feine parallele Streifung; seltener dagegen, wo ihre Anschwellungen sehr wenig oder gar nicht ausgeprägt sind, eine reine Längsstreifung. Beim Erwachsenen umschliessen die Fibrillen keinen centralen Raum oder Canal (*Jacquemin, Skey, Valentin*), sondern bilden (Fig. 90.) mit einer spärlichen, sie verkittenden Zwischensubstanz vollkommen compacte Bündel. An der Innenseite des Sarcolemma finden sich constant Kerne in grosser Zahl von Linsen- oder Spindelform, häufig mit Nucleolis und von 0,003 — 0,005''' Länge, ohne gesetzmässige Stellung, bald zu zweien oder mehreren in einer Höhe oder reihenweise oder alternirend hintereinander, ausserdem noch häufig Fett- oder gelbe Pigmentkörnchen neben den Kernen und zwischen Fibrillen, jedoch vorzugsweise in nicht ganz normalen Muskelfasern.

Fig. 90.

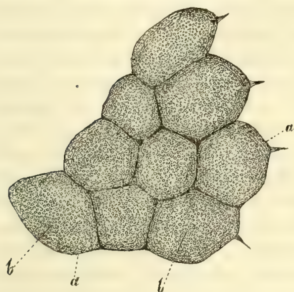
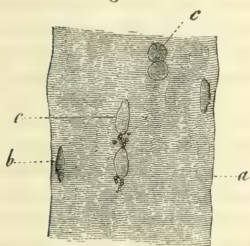


Fig. 91.



Die Gestalt der Muskelfasern ist eine rundlich polygonale. Ihre Stärke geht von 0,005—0,03''' und darüber; am Rumpf und an den Extremitäten sind dieselben ohne Ausnahme stärker (0,016—0,03''') als am Kopfe, wo namentlich die mimischen Muskeln durch geringe Dicke ihrer Fasern (0,005—0,016''') sich auszeichnen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass in einem und demselben Muskel oft grosse Differenzen sich finden. Nach Allem, was man weiss, zeigen sich bei Männern und Weibern, schwächlichen und robusten Individuen in der Dicke der Muskelfasern keine absoluten Verschiedenheiten, dagegen möchte es leicht sein, dass hier das eine Extrem, dort das andere das vorwiegende wäre. Die Dicke der Primitivfibrillen beträgt beim Menschen 0,0005''' im Mittel, die Zahl derselben in einem Bündel muss sich bei stärkeren auf mehrere Hunderte belaufen, ist jedoch nicht genau bekannt. Die Abstände ihrer Querstreifen wechseln gewöhnlich zwischen 0,0004—0,001'''.

Fig. 90. Einige Muskelfasern oder Primitivbündel im Querschnitt vom Gastrocnemius des Menschen, 350 mal vergr. *a*. Sarcolemma und interstitielles Bindegewebe. *b*. Querschnitte der Muskelfibrillen mit der Zwischensubstanz.

Fig. 91. Stück einer Muskelfaser des Menschen mit Essigsäure behandelt, 450 mal vergr. *a*. Sarcolemma, *b*. einfache Kerne, *c*. gedoppelte Kerne von Fettkörnchen umgeben.

Ueber die Zusammensetzung der Muskelfasern herrschen noch mehrfache Controversen. Mehrere Autoren nehmen an oder halten es wenigstens für wahrscheinlich, dass die Primitivfasern Kunstproducte sind, so *Remak*, *Brücke*, *Du Bois-Reymond* und vor Allen *Bowman*. Nach dem letztern ist ein Zerfallen der Muskelfasern in Scheiben *(discs)* (Fig. 92.) eben so naturgemäss, wenn auch nicht so häufig, wie das in Fibrillen und können dieselben ebenso richtig für Säulen von Scheiben, wie für Bündel von Fibrillen gehalten werden. Würde eine Muskelfaser ganz nach der Richtung der Quer- und Längsstreifen zerfällt, so würden rundlicheckige kleine Theilchen entstehen, die man Primitivtheilchen *(primitive particles or sarcous elements)* nennen könnte. In der Muskelfaser sind diese Elementartheilchen sowohl der Länge als der Quere nach verbunden, und dieselben Theilchen bilden in dem einen Falle eine Scheibe, in dem andern einen Abschnitt oder ein Glied der Fibrillen. — Das Zerfallen in Scheiben, auf das *Bowman* besonders sich stützt, könnte meiner Meinung nach nur dann von Belang sein, wenn dasselbe ebenso häufig wie das in Fibrillen und auch an frischen Muskeln hie und da vorkäme, allein dies ist nicht der Fall, denn einmal ist an frischen Muskeln des Menschen und der höhern Geschöpfe nie etwas der Art zu sehen und zweitens auch an macerirten oder anderweitig behandelten Bündeln das Zerfallen in Scheiben eine äusserst seltene Erscheinung, während auf der andern Seite die Isolirung und das Hervortreten der Fibrillen für den nur etwas mit diesem Gegenstande Vertrauten fast in jedem Muskel zu erzielen ist. Ferner sieht man auf Querschnitten selbst ganz frischer lebender Muskeln, wie sie z. B. vom Oberschenkel eines Frosches mit dem Doppelmesser sich erhalten lassen, die Querschnitte der Fibrillen ebenso evident und deutlich, wie an trocknen Muskeln, während an eben solchen Längsschnitten von den Scheiben keine Spur zu erkennen ist, womit alle Ansichten widerlegt sind, nach welchen die Muskelfasern im Leben aus einer homogenen soliden oder flüssigen Substanz oder aus kleinen nach zwei Richtungen verbundenen Theilchen bestehen. Gegen *Bowman* spricht ausserdem noch, dass seine angenommenen Elementartheilchen, ausser an macerirten Muskeln, wo dies allerdings leicht gelingt, nur schwer sich isolirt erhalten lassen, während doch nach seiner Auffassungsweise der Fall, wo dieselben weder der Länge, noch der Quere nach fest zusammenhängen, ebenfalls häufig vorkommen müsste, und zweitens, dass bei den Thoraxmuskeln der Insecten, an den ganz frischen Muskeln die einzelnen Fibrillen und zwar ausgezeichnet schön zu beobachten sind (Fig. 93.) Bei der grossen Uebereinstimmung der Muskeln der Insecten und der höhern Thiere in allen andern wesentlichen Verhältnissen ist dieses Factum, wie mir scheint, schlagend, und ich bin daher aus diesem und den andern Gründen entschieden für eine Existenz der Fibrillen während des Lebens, und glaube, dass sie, wo sie minder leicht sich isoliren lassen, wie beim Menschen

Fig. 92.

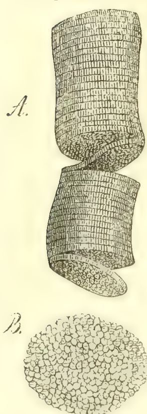


Fig. 93.



Fig. 92. *A*. Ein Primitivbündel der Quere nach in Scheiben zerfallend, 350 mal vergr. Dasselbe zeigt deutliche Quer- und schwächere Längsstreifen. Die Scheiben *(discs)*, von denen *B*. eine mehr vergrösserte darstellt, sind granulirt und bestehen aus den Primivtheilchen *(Sarcous elements)* von *Bowman* oder Stückchen der Fibrillen nach andern Autoren. Nach *Bowman*.

Fig. 93. Primitivfasern aus einem ganz frischen quergestreiften Muskel einer Wanze, 350 mal vergr.

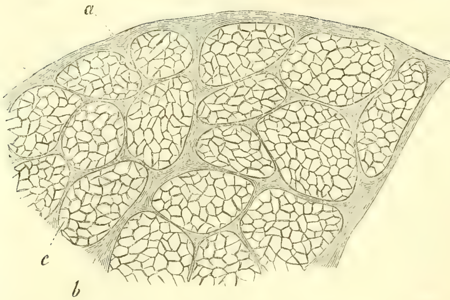
und vielen Thieren, durch eine homogene, klebrige (eiweisshaltige), auf Querschnitten sehr deutliche Zwischensubstanz mit einander verbunden sind, und zwar so fest, dass auch unter gewissen Verhältnissen selbst Risse der Bündel in die Quere, namentlich in der Richtung der dünneren Stellen der Fibrillen entstehen können, wie solche auch bei andern Fasern, z. B. bei den elastischen, den glatten Muskeln, und selbst bei verhornten Zellen (innere Wurzelscheide und Rinde des Haares) vorkommen. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass Fibrillen in allen Muskelfasern von Thieren sich finden, die quergestreift sind oder quergestreiften entsprechen. Die Entwicklungsgeschichte und vergleichende Anatomie lehren vielmehr, dass die Muskelfasern in verschiedenen Zuständen sich finden und namentlich häufig einen mehr homogenen Inhalt mit oder ohne Querstreifung und ohne Fibrillen besitzen. Hierin liegt jedoch natürlich kein Grund, auch beim Menschen und Säugern eine solche Beschaffenheit anzunehmen, und wenn solche Muskelfasern bei gewissen Thieren leicht in Querstreifchen brechen (*Leydig*), so ist damit noch nicht bewiesen, dass bei höhern Thieren ein ähnliches Zerfallen des Inhaltes für natürlich, das in Fibrillen dagegen für durch Kunst erzeugt zu halten sei.

In Betreff der Natur der Primitivfasern ist noch manches nicht ganz im Klaren. Dieselben werden allgemein als solid angesehen, und in der That spricht nichts für die Existenz einer Höhlung in ihnen. Dass sie es sind, welche das quergestreifte Ansehen der Primitivbündel bewirken, ist eine ausgemachte Sache, noch zweifelhaft dagegen, woher das Ansehen von Querstreifen an ihnen rührt, ob von einer spiraligen Windung derselben (*Arnold*), von Zickzackbiegungen (*Will*) oder von Varicositäten. Alles was ich gesehen habe, macht mich zum Anhänger der letzteren verbreitetsten Ansicht. Ich läugne nicht, dass man bei Untersuchung vieler Fibrillen hie und da Bilder erhält, welche für die beiden andern Ansichten, namentlich die von *Will*, sprechen, allein viel häufiger ist es noch, einfache knotige Anschwellungen zu finden. Vor Allem eignen sich zu diesen Untersuchungen die starken Fibrillen der Perennibranchiaten (Fig. 89.), die an Spiritusexemplaren in beliebiger Menge sich isoliren und von allen Seiten untersuchen lassen; ebenso die der Thoraxmuskeln der Insecten. — In der neuesten Zeit hat *Barry* (l. c.) die Ansicht aufgestellt, dass jede Muskelfibrille aus zwei gleichläufigen, spiralig gewundenen Fäden bestehe. Ich habe etwas der Art nie gesehen und kann meiner Ueberzeugung nach die ganze *Barry*'sche Darstellung nicht anderes, denn als einen Mythus und seine Abbildungen als Phantasiegemälde bezeichnen. — Für die Annahme von *Bowman*, *Dobie* u. A., dass die Fibrillen aus noch kleineren Theilchen (*sarcous elements*) bestehen, liesse sich vielleicht anführen, dass dieselben wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, in der That aus anfangs getrennten Stückchen sich zu bilden scheinen. Die Frage ist jedoch die, ob beim Erwachsenen noch solche Elemente anzunehmen sind, und diese möchte ich vorläufig verneinen.

§. 78.

Die Vereinigung der Muskelfasern geschieht am Stamme und den Extremitäten im Allgemeinen so, dass dieselben ohne sich zu theilen und netzförmig zu verbinden oder im Innern der Muskeln zu enden, zu prismatischen Bündeln von der Länge der ganzen Muskeln nebeneinander sich legen. Diese sogenannten secundären Muskelbündel werden jedes von einer besondern bindegewebigen Hülle umschlossen und zu mehreren durch stärkere Hüllen zu tertiären Bündeln vereint, die dann schliesslich in grösserer oder geringerer Zahl zu den einzelnen Muskelbäuchen und Muskeln sich verbinden. Legen sich die Muskelbündel in der

Fig. 94.



Fläche aneinander, so entstehen die hautartigen Muskeln, geschieht dies in der Dicke, die strangförmigen. Demnach sind die Muskeln Aggregate von vielen grösseren und kleineren secundären und tertiären Bündeln, deren Scheiden oder das *Perimysium* ein zusammenhängendes System bilden, an welchem man den äusseren, den ganzen Muskel umgebenden Theil als *Perimysium externum* oder Muskelscheide, *Vagina muscularis*, im engern Sinne von den inneren, die stärkeren und schwächeren Bündel und die Muskelfasern direct umschliessenden Elementen, dem *Perimysium internum*, unterscheidet. — Die Stärke der secundären Muskelbündel variirt von $1/5 - 1/2'''$; die der tertiären und noch grösseren Bündel, die am deutlichsten an den Muskeln mit grober Faserung *(Glutaeus maximus, Deltoideus)* erscheinen, ist so wechselnd und zugleich die Zerfällung der Muskeln in diese entfernteren Bestandtheile so sehr der Willkür unterworfen, dass sich nichts Specielles über dieselbe sagen lässt.

Die Muskelscheiden oder Bindegewebshüllen der Muskeln, das Perimysium, die den doppelten Zweck haben, die Gefässe und Nerven der Muskeln zu tragen und die Muskelfasern zu verbinden und in ihrer Thätigkeit zu unterstützen sind, je nach dem sie grössere oder kleinere Gruppen von Muskelbündeln umgeben, von verschiedener Dicke, immer jedoch zarte, mattweisse, nicht glänzende Hüllen, welche aus gewöhnlichem Bindegewebe und feinen isolirten oder anastomosirenden elastischen Fasern von höchstens $0{,}001'''$ bestehen, welche letztern besonders in dem *Perimysium externum* in grosser Zahl sich finden, so dass dasselbe mit Fug und Recht als eine zur Hälfte elastische Hülle betrachtet wird und hiernach auch in seinen Verrichtungen zu bemessen ist. In allen Muskeln, besonders in solchen mit lockerem Gefüge, kommen im Perimysium auch Fettzellen gewöhnlicher Art (häufig mit schönen Fettkrystallen) in einer gewissen Zahl vor und können dieselben bei fetten Leuten bis in die innersten Theile sich finden.

§. 79.

Verbindung der Muskeln mit anderen Theilen. Mit den beweglichen Gebilden, den Knochen, Knorpeln, den Gelenkkapseln, der Haut u. s. w. sind die Muskelfasern theils direct, theils durch Vermittlung

Fig. 94. Querschnitt aus dem Kopfnicker des Menschen, 50 mal vergr. *a.* Aeusseres Perimysium. *b. Perimysium internum.* *c.* Primitivbündel und secundäres Muskelbündel.

von fibrösen Elementen, den Sehnen, Sehnenhäuten, gewissen Abschnitten der Muskelbinden und Bänder *(Lig. interossea, Membr. obturatoria)* verbunden. — Die Muskeln, welche ganz oder an dem einen oder andern Ende ohne Vermittlung von Sehnen sich befestigen, bilden im Ganzen die geringere Zahl. Wo Muskelfasern direct von Knochen entspringen *(Obliqui, Iliacus, Psoas, Glutaei* etc.) und von Knorpeln herkommen *(Transversus abdominis, Diaphragma)* oder unmittelbar an solche sich ansetzen *(Serrati, Omohyoideus, Sternohyoideus,* Ohrmuskeln), gehen dieselben immer nur bis an das Periost oder Perichondrium und enden an diesen Häuten, stumpf zugespitzt, ohne in deren Fasern sich fortzusetzen oder gar mit den Knochen und Knorpeln in unmittelbare Berührung zu kommen. Gehen Muskeln an die Haut, so liegen sie entweder ohne directen Zusammenhang flach unter derselben oder strahlen mit divergirenden grösseren oder kleineren Bündeln (Gesichtsmuskeln) in dieselbe aus, wobei sie wenigstens hie und da unmittelbar an die bindegewebigen Streifen derselben sich anzusetzen scheinen, ohne dass sich bisher der Zusammenhang beider genau verfolgen liess.

§. 80.

Die Sehnen, Flechsen, *Tendines* sind glänzend, weiss oder ins Gelbliche spielend, fast ganz aus Bindegewebe gebildet und zerfallen mit Bezug auf ihre Gestalt in strangförmige, eigentliche Sehnen, und in hautartige, Aponeurosen *(Centrum tendineum, Galea,* Sehnen der Bauchmuskeln, *Latissimus, Cucullaris* etc.). Beide Formen sind, wie in ihrem äussern Verhalten nicht scharf von einander geschieden, so auch in ihrem Baue im Wesentlichen vollkommen gleich und bestehen aus Bindegewebe, das durch den parallelen Verlauf seiner Elemente, ihre feste Vereinigung und die Armuth an elastischen Fasern sich auszeichnet. Die Elemente des Bindegewebes, die Fibrillen, sind an frischen Sehnen leicht zu sehen, wie überall sehr fein. In strangförmigen Sehnen verlaufen sie zierlich wellenförmig, alle ganz gleichmässig und der Längsaxe der Sehne parallel und liegen im frischen Zustande so dicht beisammen, dass eine Demonstration von Primitivbündeln nicht leicht ist. Doch sind auch hier solche von 0,006 — 0,008‴ Breite und rundlich polygonaler Gestalt vorhanden, wie vorzüglich Querschnitte getrockneter Sehnen, namentlich auch bei Zusatz von Alkalien lehren, aber *in natura* so fest mit einander vereint, dass sie nicht zu isoliren sind.

Ganz deutlich sind dagegen auch an frischen eigentlichen Sehnen secundäre und tertiäre Bündel (Fig. 95). Es ziehen nämlich durch das Sehnengewebe zarte Scheidewände eines mehr lockeren Bindegewebes, welche, indem sie alle miteinander zusammenhängen und ein continuirliches System paralleler Röhren bilden, die Sehnenfibrillen, resp. Primitivbündel derselben, in viele grössere oder kleinere Gruppen zerfällen. Ganz deutlich unterscheidet man secundäre Bündel von meist po-

Fig. 95.



lygonaler, auch wohl rundlicher oder länglicher Gestalt und einem Durchmesser von 0,03—0,06''' und tertiäre Bündel mit polygonalen Contouren von 0,1—0,5''' und darüber Dicke, und etwas stärkeren Scheidewänden als Begrenzung; meist treten auch noch grössere Abschnitte aus vielen tertiären Bündeln zusammengesetzt hervor und bilden dann, in sehr verschiedener Zahl und Gruppirung, fest vereint und noch durch eine gemeinsame Hülle von lockerem Bindegewebe verbunden, die Sehne selbst. Die Aponeurosen haben entweder dieselbe Zusammensetzung wie die eigentlichen Sehnen und bestehen aus einigen Schichten in der Fläche nebeneinanderliegender, paralleler, secundärer Bündel, oder sie gleichen mehr den fibrösen Häuten und besitzen nach zwei oder mehr Richtungen sich kreuzende primäre und secundäre Bündel (Bauchmuskeln, Zwerchfell).

In den secundären Bündeln aller Sehnen finden sich feine elastische Fasern (sog. Kernfasern) in verschiedenen Entwicklungszuständen, bald als Reihen spindelförmiger schmaler, durch feine Ausläufer verbundener Zellen, bald als fertige, überall gleichbreite Fasern oder als isolirte Spindelzellen. Die Anordnung dieser Elemente ist überall gleich und verlaufen dieselben in regelmässigen Abständen parallel den Bindegewebsbündeln zwischen denselben, so dass man auf Sehnenquerschnitten die dunklen Endflächen der elastischen Fasern in constanten Entfernungen von 0,007—0,008''' über den ganzen Schnitt zerstreut sieht. Ausser diesen stärkern elastischen Zügen von 0,0005—0,001''' finden sich aber in den meisten, vielleicht in allen Sehnen noch ganz feine Fäserchen von 0,0002—0,0004''', welche die ersteren

Fig. 96.

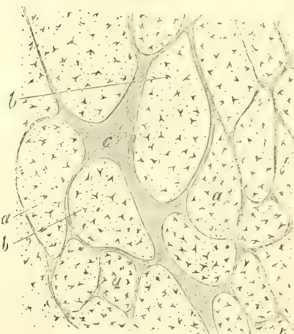


Fig. 95. Querschnitt einer Sehne des Kalbes, 20 mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* tertiäre, *c.* Kernfasern nicht ganz im Querschnitt, sondern als Strichelchen in den ersteren, *d.* interstitielles Bindegewebe.

Fig. 96. Sehne des *Tib. post.* des Menschen, 60 mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* stärkere Kernfasern, *c.* interstitielles Bindegewebe.

mannigfach untereinander in Verbindung setzen, so dass eigentlich in jeder Sehne ein elastisches Netzwerk die Bindegewebsbündel durchzieht und umspinnt. Auch diese Fäserchen unterscheidet man am Querschnitt als feine dunkle Punkte oder feine von den groben Querschnitten ausstrahlende Linien (Fig. 96) und noch deutlicher erkennt man sie an Längsschnitten, an denen überhaupt das ganze hier besprochene Fasersystem sehr gut zur Anschauung kommt. An solchen ergibt sich auch, dass überall, wo die Bildungszellen derselben noch eine gewisse Selbständigkeit haben, in denselben schöne verlängerte Kerne sich finden. — Ausser diesen elastischen Fasern enthalten die Sehnen auch noch an gewissen Orten Knorpelzellen (siehe unten), ferner auch gewöhnliche Fettzellen, namentlich in mehr lockeren Sehnen, wie in den Sehnenstreifen der *Musculi intercostales*, des *Triangularis sterni*, *Masseter* etc.

Das quergebänderte Aussehen der Sehnen, das den Atlasglanz derselben bewirkt, rührt einfach von den wellenförmigen Biegungen ihrer Fibrillen, die durch die ganzen Bündel aufeinandertreffen, her; dasselbe verschwindet, wenn dieselben stark ausgedehnt werden, und ist nur ein Ausdruck der ihnen innewohnenden Elasticität, welche im relaxirten Zustande ins Leben tritt.

Die primären Sehnenbündel sieht man nach *Donders* und *Moleschott* in einem mit Kali behandelten Querschnitte; dasselbe scheidet nach ihnen die secundären Bündel in kleinere, die alle aus 5—10 Primitivbündeln bestehen. Ich erkenne die primären Bündel beim Menschen und bei Säugethieren schon an aufgeweichten Querschnitten trockner Sehnen, wenn auch zart contourirt, ganz deutlich. Das Bild, das man erhält, ist wie ein matter Abglanz dessen, was die Querschnitte von Muskeln zeigen. Ja selbst die Fibrillen lassen sich so nachweisen, was mir von dem grössten Gewicht scheint. Man sieht nämlich an in Wasser oder Essigsäure erweichten Querschnitten (nie an Längsschnitten) trockner Sehnen über die ganzen secundären Bündel oder an den primären Bündeln, wenn dieselben deutlich sind, wenn auch nicht in allen, doch in den meisten Fällen eine ganz regelmässige und feine Punktirung, fast so wie an Muskelfasern (Fig. 90), nur etwas undeutlicher. Die Körnchen sind blass, rund, von dem Durchmesser der Sehnenfibrillen, die man auf auf andere Weise sich verschafft, und können nichts anderes als die Querschnitte derselben bedeuten. Durch diese Thatsachen wird besser als durch irgend eine andere die Ansicht *Reichert's*, dass das Sehnengewebe aus einer homogenen Substanz bestehe (siehe §. 24. Anm.), widerlegt.

§. 81.

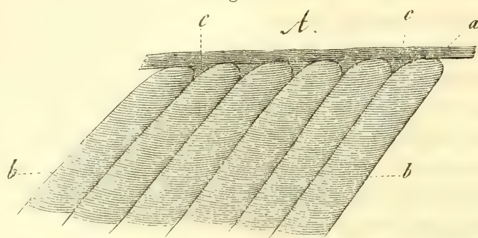
Verbindungen der Sehnen mit andern Theilen. Die Sehnen verbinden sich einerseits mit den Muskeln, andrerseits mit den verschiedenen von ihnen bewegten Theilen. Die erstere Vereinigung geschieht, wie schon das blosse Auge unterscheidet, in den einen Fällen so, dass Sehnen und Muskeln geradlinig ineinander übergehn, in den andern dadurch, dass die Muskelfasern mit abgerundeten Enden unter spitzen Winkeln an die Ränder und Flächen von Sehnen und Aponeurosen anstossen, wie bei den gefiederten Muskeln. Die mikroskopischen Verhältnisse sind in diesen beiden Fällen sehr verschieden. Im ersteren gehen

die Muskelbündel unmittelbar in Sehnenbündel über, in der Weise, dass keine scharfe Grenze zwischen den beiderlei Gebilden existirt und das ganze Bündel von Muskelfibrillen in ein ungefähr gleichstarkes Bündel von Sehnenfäserchen sich fortsetzt (Fig. 97). So absonderlich es auch klingen mag, so muss ich doch, soll ich den Eindruck bezeichnen, den

Fig. 97.



Fig. 98.



solche Muskel- und Sehnengrenzen auf mich machen, sagen, dass es der eines continuirlichen Zusammenhanges der Muskel- und Sehnenfibrillen ist. — Wo die Muskelbündel unter schiefen Winkeln an Sehnen und Aponeurosen stossen, findet sich in vollem Gegensatze zu dem beschriebenen Verhalten eine scharfe Grenze zwischen Muskel und Sehne (Fig. 98). Hier nämlich enden die Muskelfasern wirklich, meist schief abgestutzt mit leicht kegelförmig vortretender Endfläche, seltener merklich zugespitzt, obschon immer noch abgerundet, und setzen sich unter mehr oder weniger spitzen Winkeln an die Flächen der Sehnen und Aponeurosen und an die Ränder der ersteren an. Nichts destoweniger ist die Verbindung auch hier eine recht innige. Es senken sich nämlich die Enden der Primitivbündel in kleine Grübchen der Sehnenoberfläche ein, während zugleich auch das Bindegewebe zwischen denselben *(Perimysium internum)* continuirlich in dasjenige der Oberfläche der Sehne übergeht. Am besten überzeugt man sich von diesen Verhältnissen an Muskeln, die lange Zeit in Spiritus lagen oder an gekochten, an denen auch hie und da die schlauchförmige blinde Endigung des Sarcolemma mit Bestimmtheit zu sehen ist. — Das letztbeschriebene Verhalten findet sich überall, wo Muskelbündel und Sehnen schief aneinanderstossen, mithin bei allen halb und ganz gefiederten Muskeln, bei denen, deren Ansatzsehnen membranös beginnen *(Soleus,*

Fig. 97. Ein Primitivbündel *a.* aus einem *Intercostalis internus* des Menschen in ein Sehnenfascikel *b.* continuirlich und ohne scharfe Grenze übergehend, 350 mal vergrössert.

Fig 98. Verhalten der Muskelfasern bei schiefem Ansatz an Sehnen vom Gastrocnemius des Menschen, 250mal vergr. *a.* Ein Theil der Sehne im Längsschnitt, *b.* Muskelfasern mit leicht conischen oder abgestutzten Enden an die innere Fläche der Sehne in Grübchen befestigt, an deren Rand das *Perimysium internum c.* sich ansetzt.

Gastrocnemius z. B.) und die von den Flächen von Fascien, Knochen und Knorpeln entspringen. Wo dagegen Aponeurosen oder Sehnen mit ihren Elementen geradlinig an Muskeln anstossen, kommt vorzugsweise ein wirklicher Uebergang der Sehnenbündel in Muskelfasern vor, doch nicht immer, denn man findet öfter auch bei scheinbar geradlinigem Uebergang von Muskeln in Sehnen eine schiefe Ansetzung der ersteren mit freien Enden, jedoch unter sehr spitzen Winkeln, so namentlich da, wo Sehnen tief ins Muskelfleisch hineingehen und hier in einzelne Bündel sich zertheilen. Nach dem was ich bisher gesehen habe, gibt es viele Muskeln, bei denen alle mit Sehnen verbundenen Bündel frei beginnen oder enden und wohl kaum einen, bei dem dies nicht bei einer grösseren oder geringeren Zahl von Bündeln der Fall ist, woher es denn auch vorzüglich herzuleiten ist, dass die Sehnen meist einen viel geringeren Durchmesser haben als die Muskeln.

Ausser mit Muskeln verbinden sich die Sehnen auch noch mit Knochen, Knorpeln, fibrösen Häuten (*Sclerotica, Vagina nervi optici*, Sehnen, die in Fascien ausgehen), Bändern und Synovialhäuten (*Subcruralis* z. B.). Mit den erstgenannten Theilen geschieht die Vereinigung entweder indirect, unter Mithülfe des *Periosteum* und *Perichondrium*, in deren gleichartige Elemente die Sehnenfasern meist continuirlich überzugehen oder sie zu verstärken scheinen oder direct. Im letztern Falle (*Tendo Achillis*, Sehne des *Quadriceps, Pectoralis major, Deltoideus, Latissimus, Iliopsoas*, der *Glutaei* etc.) stossen die Sehnenbündel unter schiefen oder rechten Winkeln an die Oberfläche der Knochen und haften ohne Mithülfe von *Periost*, das an solchen Stellen gänzlich mangelt, allen Erhebungen u. Vertiefungen derselben genau an (Fig. 99). Häufig besitzen die Sehnen da, wo sie an Knochen grenzen, in einer ge-

Fig. 99.

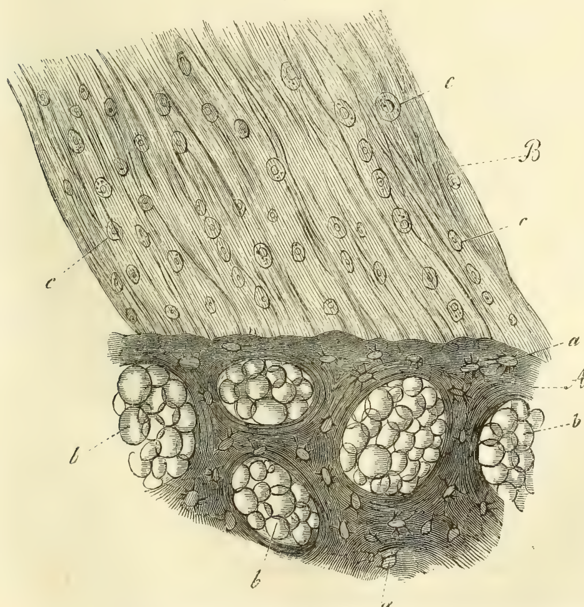


Fig. 99. Ansatz der Achillessehne an's Fersenbein von einem 60jährigen Manne 300 mal vergr. *A*. Knochen mit Lacunen *a*., Markräume und Fettzellen *b*. *B*. Sehne mit Sehnenfibrillen und Knorpelzellen *c*.

wissen Ausdehnung isolirte oder in kleinen Reihen beisammenliegende zierliche Knorpelzellen. Ausnahmsweise sah ich auch die Sehnenfibrillen an ihrer Grenze gegen den Knochen mit Kalksalzen in Gestalt von Körnchen ganz incrustirt (verknöchert). In fibrösen Häuten verlieren sich die Sehnen ganz unmerklich, ohne Unterbrechung der Continuität *(Tensor fasciae, Biceps brachii)*.

Für den Menschen muss ich mit Bestimmtheit läugnen, dass irgendwo die Sehnenbündel nur mit dem Sarcolemma zusammenhängen *(Reichert)*, wovon ich auch beim Flusskrebs, dessen Sehnen übrigens aus Chitin bestehen, mich nicht überzeugen konnte, während andere Geschöpfe mit Sicherheit dasselbe mir darboten wie der Mensch, so namentlich der Frosch, an dessen Larven man bei geringer Pigmententwicklung im Schwanze ganz deutlich die Uebergänge der häufig in 3 — 5 Zacken getheilten Muskelfaserenden in ebensoviele kleine Sehnen übersieht. Auch an den Rumpfmuskeln des Stockfisches sah ich den continuirlichen Zusammenhang von Sehne und Muskel sehr schön, ja bei der Kürze der Muskeln zeigen sich hier viele Muskelfasern in ihrer ganzen Länge sammt den Sehnenbündeln an beiden Enden.

§. 82.

Hülfsorgane der Muskeln und Sehnen. *A.* Die Muskelbinden, *Fasciae*, sind fibröse Häute, welche einzelne Muskeln oder ganze Muskelgruppen sammt ihren Sehnen umhüllen und je nachdem sie die Bedeutung von Sehnen und Bändern oder von einfachen Muskelhüllen haben, auch einen verschiedenen Bau, nämlich einerseits den der Sehnen, andrerseits den der aus Bindegewebe und elastischen Fasern gemischten Häute besitzen. Im ersten Falle sind sie weiss und glänzend und ganz vom Bau der Sehnen und Aponeurosen; im zweiten enthalten sie häufig eine grössere Zahl von feineren elastischen Fasern in ihrem Bindegewebe und können selbst stellenweise ganz den Bau und das mattgelbe Ansehen der elastischen Häute (siehe Fig. 49) erreichen und reichliche elastische Netze der stärksten Art enthalten. Sehnig sind die Fascien überall da, wo behufs mechanischer Zwecke ein derbes unnachgiebiges Gewebe vonnöthen ist, demnach 1) an ihren Ursprüngen von Knochen, 2) da wo Muskelfasern von ihnen herkommen und sie die Bedeutung von Aponeurosen haben, 3) wo Sehnen in sie ausstrahlen und sie selbst wie Endsehnen wirken, 4) wo sie mit verdickten Stellen Bänder vertreten. Mehr oder weniger elastisch zeigen sich dagegen die Muskelbinden, wo ihre Bedeutung die ist, eine zwar feste, aber die Muskeln bei ihren verschiedenen Formveränderungen nicht behindernde Hülle zu bilden, also vorzüglich in der Mitte der Glieder.

B. Bänder der Sehnen, *Ligg. tendinum.* Ausser gewissen, bandartig gebildeten Theilen von Fascien, welche, indem sie an Knochen sich ansetzen, Sehnen röhrenförmig umgeben oder sonst befestigen, kommen sogenannte Sehnenscheiden *(Ligg. vaginalia tendinum)* auch selbständig vor, wie z. B. an den Sehnen der Finger- und Zehenbeuger, wo dieselben aus vielen hintereinanderliegenden, die hier vorkommenden

Schleimscheiden verstärkenden Bändchen bestehen. Andere hierher zu zählende Bänder sind das *Lig. carpi vol. proprium,* die *Trochlea* und die *Retinacula tendinum*, Haltbändchen der Sehnen.

C. Schleimbeutel und Schleimscheiden, *Bursae mucosae et Vaginae synoviales.* Wo Muskeln oder Sehnen an Hartgebilden (Knochen, Knorpeln) oder an andern Muskeln, Sehnen und Bändern bei ihren Bewegungen sich reiben, finden sich zwischen den betreffenden Gebilden mit ein wenig zäher Flüssigkeit, die nach *Virchow (Würzb. Verh. II.* 281) nicht Schleim sondern einen der colloiden Substanz sehr ähnlichen Körper enthält, erfüllte Räume, welche die Anatomen als von einer besondern Membran, einer Synovialhaut, ausgekleidet zu betrachten gewohnt sind. Diese soll geschlossene Säcke von rundlicher oder länglicher Form bilden, welche entweder einfach die einander zugewendeten Seiten von Knochen und Sehnen, Knochen und Muskeln u. s. w. bekleiden, Schleimbeutel, *Bursae mucosae*, oder in Gestalt von doppelten, jedoch zusammenhängenden Röhren, einmal die Oberfläche der Sehnen und zweitens diejenigen der Theile, zwischen denen dieselben sich bewegen, überziehen, Schleimscheiden, *Vaginae synoviales.* Das Wahre an der Sache ist das, dass nur die wenigsten dieser Räume von einer zusammenhängenden Membran überzogen sind, die meisten an vielen Stellen einer solchen entbehren. Die Schleimbeutel anlangend, so sind die der Muskeln *(Psoas, Iliacus, Deltoideus* etc.) noch am ehesten als zusammenhängende Säcke zu betrachten, die der Sehnen dagegen lassen nur stellenweise eine Membran erkennen und ermangeln gerade an den sich berührenden Stellen der aneinander hingleitenden Theile einer solchen fast ganz. Ebenso verhält es sich auch bei den Synovialscheiden, unter denen nur die gemeinschaftlichen der Finger- und Zehenbeuger noch einigermaassen ein Bild eines sogenannten serösen Sackes gewähren, obschon auch hier viele Stellen der Sehnenoberfläche frei von jeder häutigen Bekleidung sind. Demgemäss bedarf hier, wie an so vielen andern Orten, die alte Lehre von dem Vorkommen zusammenhängender seröser Säcke einer gründlichen Verbesserung. — In den meisten Synovialscheiden und in manchen Schleimbeuteln finden sich hie und da, namentlich an den *Retinacula*, kleinere oder grössere röthliche, fransenartige Fortsätze, die ganz an die der Gelenke erinnern und auch in der That nichts als Gefässfortsätze der Synovialhaut sind.

D. Faserknorpel und Sesambeine. Die Sehnen einiger Muskeln *(Tibialis posticus, Peronaeus longus)* enthalten da, wo sie in Sehnenscheiden verlaufen, derbere, halbknorpelartige Massen eingewebt, welche unter dem Namen Sesamknorpel, *Fibrocartilagines sesamoideae* bekannt sind, und wenn sie, wie es hie und da geschieht, verknöchern, zu Sesambeinen *(Ossa sesamoidea)* werden, wie sie normal an den Sehnen einiger Finger- und Zehenbeuger in die Sehnen eingewebt und mit einer Fläche nach einer Gelenkhöhle gerichtet vorkommen.

Ueber den feineren Bau der letztgenannten Theile ist Folgendes

zu bemerken. Die Sesambeine bestehen aus gewöhnlicher feinzelliger Knochensubstanz, sind an ihrer einen Seite von Sehnensubstanz oder Bandmasse dicht umschlossen, und an der andern, in eine Gelenkhöhle hineinragenden mit einer dünnen Lage von Knorpelsubstanz versehen. Die Bänder der Sehnen besitzen entsprechend ihrer Function ganz den festen Bau der sehnigen Stellen der Fascien und der Sehnen selbst, und zeigen hie und da in Bildung begriffene feine elastische Fasern oder reihenweise gestellte runde Bildungszellen von solchen. Zarter gebaut sind die *Retinacula tendinum*, die mehr den Zweck haben, Gefässe zu den Sehnen zu leiten und demnach vorzüglich lockeres Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und auch Fettzellen enthalten. Die ohne Ausnahme dünnwandigen Schleimbeutel bestehen, insofern sie eine besondere Membran besitzen, aus verschiedentlich sich kreuzenden, locker vereinigten, an manchen Orten anastomosirenden Bündeln von Bindegewebe, mit feinen elastischen Fasern, während die Schleimscheiden, entsprechend ihrer doppelten Verrichtung hier als Schleimbeutel, dort mit Sehnenscheiden verbunden als Sehnenbänder, an ihren dünneren Stellen den Bau der *Bursae mucosae*, an ihren dickeren reines, derbes Bindegewebe, oft mit reihenweise gestellten Zellen, die in elastische Fasern übergehen, besitzen. An ihrer innern Oberfläche sind beiderlei Säcke, sammt den in ihnen liegenden oder sie sonst begrenzenden Theilen, nur stellenweise von Epithelium überzogen, das aus einer, meist einfachen Lage kernhaltiger polygonaler Zellen von 0,004—0,007‴ besteht. Die eines Epithels entbehrenden Stellen sind: viele Theile der Schleimscheiden und in ihnen liegenden Sehnen und gewisse Stellen der Schleimbeutel selbst, die durch matten Glanz und gelbliches Ansehen sich auszeichnen und besonders an den Orten sich finden wo die Sehnen und sie umschliessenden Theile einem grössern Drucke ausgesetzt sind. Die gemeinschaftliche Scheide der Fingerbeuger besitzt überall Epithel; dasselbe gilt von den Schleimbeuteln, in denen nur gewisse schleifenartige, ausser der eigentlichen *Bursa* die Sehnen noch umhüllende Bänder keinen Zellenüberzug zeigen, wie hie und da beim *Subscapularis*, *Poplitaeus* u. a.

Alle diese nackten, eines Epithelium entbehrenden Stellen besitzen ohne Ausnahme fast in ihrem ganzen Umfange die Natur von Faserknorpeln, indem dieselben zwischen ihrem an elastischen Fasern meist armen, derben Bindegewebe eine grössere oder geringere, oft sehr bedeutende Zahl von Knorpelzellen führen (Fig. 99), unter denen runde, dunkelcontourirte, jedoch keineswegs dickwandige Zellen von 0,006—0,012‴, mit rundlichem Kern von 0,003‴ und heller Flüssigkeit mit einigen kleinen dunklen Fettkörnchen oder ohne solche weitaus die häufigsten sind.

Fig. 100.

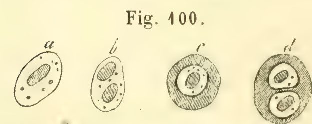


Fig. 100. Knorpelzellen aus scheidenartigen, die Sehne des *Poplitaeus* umgebenden Bändchen, 350 mal vergr. *a*. Zelle mit einem, *b*. mit zwei Kernen, *c*. Zelle mit einer, *d*. mit zwei Tochterzellen, beide Tochterzellen mit etwas dickerem Inhalt.

Daneben kommen noch vor: längliche Zellen mit 1 oder 2 Kernen, runde zartwandige Zellen mit 1, 2—20 dunkelcontourirten, dickwandigeren Tochterzellen, die Mutterzellen bis auf 0,02—0,03‴ messend, endlich längliche Zellen mit concentrischen Ablagerungen, einen Kern oder kernhaltige Tochterzelle einschliessend. In den Sehnen finden sich fast ausschliesslich die einfacheren Formen und zwar sind hier die Zellen, obschon oftmals recht zahlreich, doch meist isolirt, oder höchstens in Reihen oder Gruppen von 2—6 zwischen dem Bindegewebe sowohl oberflächlich als auch in der Tiefe enthalten; meist wechselt hier gewöhnliches Bindegewebe mit knorpelzellenführendem (Faserknorpel) ab, so dass die Sehne auf dem Querschnitte ein gesprenkeltes, weisses und gelbliches Ansehen zeigt, oder es ist auch nur die Oberfläche der Sehne knorpelhaltig, die tiefern Theile dagegen wie gewöhnlich beschaffen. Wo die eingelagerten Knorpelzellen recht zahlreich sind, finden sich die Sehnen verdickt, oder selbst wie mit besonderen faserknorpeligen Massen besetzt *(Peron. longus, Tib. posticus)*. In den Schleimscheiden und den übrigen genannten Theilen liegen die Knorpelzellen nicht selten in dichteren Gruppen oder in längeren Reihen von 5—10 Zellen und darüber, in denen ohne Ausnahme die endständigen Zellen die kleinsten, die mittleren die grössten sind. Am *Os cuboideum* findet sich da, wo die Sehne des *Peronaeus longus* vorbeigeht, eine ⅓—½‴ mächtige Schicht ächten Knorpels.

Die Gefässfortsätze der Sehnenscheiden und Schleimbeutel stimmen mit denen der Gelenke überein nur dass sie meist kleiner sind.

Die Synovialsäcke des Muskelsystems sind nicht blosse Bindegewebsmaschen wie die *Bursae mucosae subcutaneae*, da sie ohne Ausnahme an gewissen Stellen Epithel haben, ebenso wenig lassen sich dieselben jedoch ganz den serösen Säcken im engern Sinne *(Pleura, Peritonaeum* etc.) an die Seite stellen, da ihr Epithel mit wenigen Ausnahmen nie vollständig ist und auch die Bindegewebslage der *Serosa* fast überall stellenweise gänzlich fehlt. Dagegen gehören die Synovialsäcke des Muskelsystems und die Synovialkapseln, die ebenfalls nie ein vollständiges Epithel haben und oft mit Schleimbeuteln communiciren *(Quadriceps, Poplitaeus, Subscapularis* etc.) zusammen, doch ist nicht zu vergessen, dass zwischen ihnen und den serösen Säcken auch Uebergänge stattfinden.

Was die in Bändern der Sehnen und in Sehnenscheiden vorkommenden Zellenreihen betrifft, die verschiedene Uebergänge zu feinen elastischen Fasern erkennen lassen, so kann ich nicht umhin, auf deren grosse Aehnlichkeit mit den einfacheren Knorpelzellen der Sehnenscheiden und Sehnen aufmerksam zu machen, eine Aehnlichkeit, welche so gross ist, dass man unbedingt die beiderlei Zellen wenn auch nicht identisch doch als analog bezeichnen kann, um so mehr da fast an allen Orten, wo Knorpelzellen im Bindegewebe sich finden, auch solche Zellenreihen und ihre Beziehung zu elastischen Fasern nachzuweisen sind, so auch in den später noch zu erwähnenden sogenannten Bandscheiben *Henle's*, wogegen allerdings auch die *Aponeurosis palmaris*, Sehnen und Bänder solche Zellenreihen enthalten ohne unzweifelhafte Knorpelzellen zu besitzen.

§. 83.

Gefässe der Muskeln und ihrer Hülfsorgane. *A.* Blutgefässe. Die Verästelung der grossen Gefässe hat wenig eigenthümliches. Schief

oder quer treten die Stämme an die Muskeln und theilen sich, im *Perimysium internum* verlaufend, baumförmig unter spitzen oder stumpfen Winkeln, so dass alle Theile der Muskeln von ihnen versorgt werden. Die feinsten Arterien und Venen laufen den Muskelfasern gewöhnlich parallel und bilden zwischen ihnen ein Capillarnetz, das so charakteristisch ist, dass Jemand, der dasselbe einmal gesehen hat, es nie mehr verkennen kann. Dasselbe besitzt nämlich rechteckige Maschen, deren lange Seite der Längsaxe der Muskeln parallel läuft und besteht somit aus zweierlei Gefässchen, longitudinalen, die, wie namentlich Querschnitte injicirter Muskeln deutlich lehren, in den Furchen zwischen je zwei Muskelbündeln oder den unregelmässigen Räumen zwischen mehrern derselben liegen, und queren, die, verschiedentlich mit jenen anastomosirend, die Muskelfasern umstricken. So liegt jedes einzelne Primitivbündel gewissermaassen in einem Flechtwerk von Capillaren und ist behufs einer allseitigen Durchtränkung mit Blut aufs beste versehen. Die Capillaren der Muskeln gehören zu den feinsten des menschlichen Körpers und haben sehr oft einen geringeren Durchmesser als die menschlichen Blutkörperchen. An einem *Hyrtl*'schen Präparate betragen dieselben 0,0025—0,003''', im *Pectoralis major* mit Blut gefüllt 0,002—0,003''', leer 0,0016—0,0020'''.

Fig. 101.

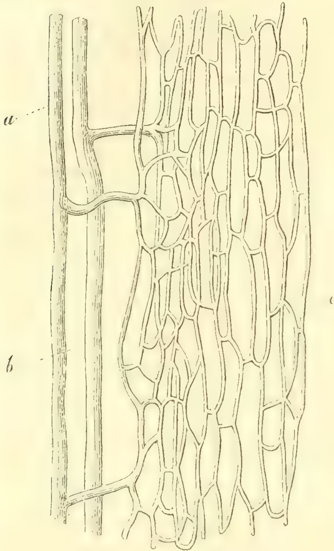


Fig. 101. Capillargefässe der Muskeln, 250 mal vergrössert. *a.* Arterie, *b.* Vene, *c.* Capillarnetz.

Die Sehnen gehören zu den an Blutgefässen ärmsten Theilen des Körpers. Kleinere Sehnen sind im Innern ohne alle Spur von Blutgefässen, besitzen dagegen äusserlich in dem mehr lockeren Bindegewebe, das sie umhüllt, reichliche weitmaschige Capillarnetze. Bei stärkeren Sehnen finden sich auch in den oberflächlichen Sehnenlagen einzelne Gefässchen und bei den stärksten lassen sich durch Mikroskop und Injection spärliche Gefässnetze auch in tieferen Schichten nachweisen, doch sind auch hier die innersten Sehnentheile vollkommen gefässlos. — Wie die Sehnen verhalten sich auch die Bänder der Sehnen, nur dass in ihnen noch weniger Gefässe nachzuweisen sind. Vollkommen gefässlos sind auch die schwächeren Fascien, in stärkeren, wie der *Fascia lata*, kommen, abgesehen von dem gefässreichen lockeren Bindegewebe, das ihre

Flächen deckt, spärliche Ramificationen vor. Dagegen sind die Synovialhäute des Muskelsystems reich an Gefässen, vor allem die Gefässfortsätze derselben, worüber jedoch, da diese Theile ganz mit den Synovialkapseln des Knochensystems übereinstimmen, hier nichts weiter bemerkt werden soll.

B. Die Lymphgefässe der Muskeln sind spärlich und zwar finde ich 1) in kleinen Muskeln wie im *Omohyoideus*, *Subcruralis* keine Lymphgefässe und 2) bei den grössten Muskeln nur bei gewissen einzelne solche von $1/4$—$1/5'''$ im Begleit der zu ihnen tretenden Gefässe. Da nun auch die tiefen oder Muskelgefässe der Extremitäten nur von spärlichen Lymphgefässen begleitet sind, von denen zum Theil sicher ist, dass sie nicht einmal von Muskeln kommen, so erscheint es als ganz gerechtfertigt anzunehmen, dass, wenn bei grösseren Muskeln wirklich einige Lymphgefässe vorkommen, dieselben doch nicht zwischen die secundären Bündel hineingehen, sondern nur in dem reicheren *Perimysium* zwischen den grösseren lockerern Abtheilungen derselben verlaufen, vorzüglich da, wo dasselbe mit Fett untermischt und so weich ist, wie z. B. in einem *Glutaeus* und in den oberflächlichen Lagen vieler andern Muskeln. — In den Sehnen, Fascien und den Synovialhäuten des Muskelsystems hat noch Niemand Lymphgefässe gesehen.

§. 84.

Nerven der Muskeln. Die Verbreitung der Muskelnerven zeigt schon in Bezug auf die gröberen Verhältnisse manches Eigenthümliche insofern als sich für die meisten Muskeln nachweisen lässt, dass die Nerven nur an einigen wenigen beschränkten Orten mit ihren Fasern in Berührung kommen, und durchaus nicht der Gesammtlänge derselben entsprechend mit ihnen sich verbinden. In Betreff der letzten Endigung der Nerven so finden sich in allen Muskeln Anastomosen der feineren Aeste, sogenannte Plexus. Diejenigen zwischen stärkeren Aesten sind vorzüglich und vor allem da zu sehen, wo die gesammte Nervenverästelung in einem ganz kleinen Raume beisammen ist (siehe die Anmerkung), sonst spärlich oder selbst gar nicht vorhanden, während die zwischen den feineren und feinsten Aestchen (Endplexus *Valentin*) überall sehr zahlreich sind und mit meist länglichrunden Maschen vorzüglich der Längsrichtung der Bündel parallel verlaufen. Diese Endplexus nun, die bald engere, bald weitere Maschen besitzen und vorzüglich zwischen den Zweigen eines Aestchens sich finden, ohne jedoch ganz isolirt für sich zu bestehen, führen zu den von *Valentin* sogenannten Endschlingen, unter denen ich nichts anderes als Anastomosen der Zweigelchen letzter Ordnung durch eine einzige oder wenige Primitivfasern verstehe, welche von einem Zweige kommend in andere übergehen, wobei es gleichgültig ist ob dieselben gerade oder schlingenförmig gebogen verlaufen (Fig. 102).

Fig. 102.

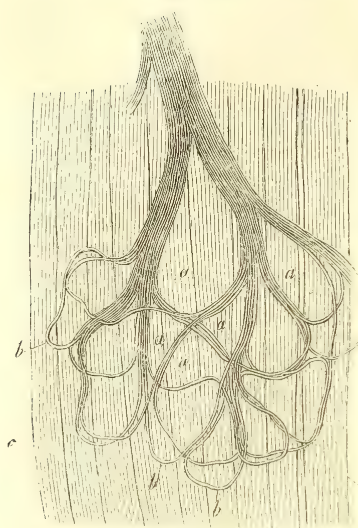


Fig. 103.



Ob ausser diesen Schlingen auch freie Endigungen der Nervenfasern sich finden, wie man sie von niedern Thieren kennt und wie ich sie einmal auch beim Kaninchen gesehen zu haben glaube, ist gänzlich zweifelhaft, dagegen ist sicher, dass auch beim Menschen, obschon selten und schwer nachzuweisen, Theilungen der Nervenröhren vorkommen, deren Verhältniss zu den Schlingen freilich noch zu ermitteln ist. — Die in die Muskeln eintretenden Stämme bestehen vorzüglich aus dicken Nervenröhren, so dass auf 100 solche im Mittel ungefähr 12 feine kommen *(Volkmann)*. Im Innern der Muskeln findet eine Verschmälerung derselben statt, so dass die Endplexus nur aus ganz feinen Fasern von dem Durchmesser von 0,001 — 0,0025''' bestehen, ja in einzelnen Fällen lässt sich die successive Verschmälerung bestimmter Fasern selbst direct beobachten, was beweist, dass dieselbe wenigstens in diesen Fällen nicht durch Theilung zu Stande kommt. So sah ich im *Omohyoideus* mehrere Nervenfasern von 0,004—0,0053''' aus Stämmchen von 0,05—0,07''' in einer Entfernung von 0,15—0,2''' sich zu 0,002—0,0026''' verschmälern und noch 0,4—0,5''' weiter den Durchmesser der feinsten Fasern von 0,001''' annehmen. — Mit dieser Aenderung im Durchmesser nahmen die Nervenröhren ganz das Ansehen der sogenannten sympathischen an und werden schliesslich blass, einfach contourirt und zu Varicositäten geneigt, während sie zugleich jede Spur von einer Bindegewebshülle zu verlieren schienen, dagegen hatten dieselben immer

Fig. 102. Endausbreitung der Nerven aus dem *Omohyoideus* des Menschen, 350 mal vergr. und mit Natron behandelt. *a*. Maschen des Endplexus, *b*. Endschlingen, *c*. Muskelfasern.

Fig. 103. Theilungen der Nervenprimitivfasern in Muskeln, 350 mal vergrössert. *A*. Eine doppelte Theilung aus dem *Omohyoideus* des Menschen, *a*. Neurilem. *B*. Theilungen aus einem Gesichtsmuskel des Kaninchens mit drei scheinbar spitz auslaufenden Aestchen.

noch dunkle Ränder, waren mithin nicht marklose Röhren, wie man sie an andern Endigungen sieht.

Gefässnerven kommen in allen Muskeln vor im Begleite der Gefässbündel, und zwar je nach der Stärke derselben stärkere oder feinere Aestchen. Dieselben halten nur von den feinsten Fasern und folgen immer den grösseren noch deutlich als Arterien und Venen zu erkennenden Gefässen. Ihre Endigungen habe ich nicht gesehen, nur so viel weiss ich, dass sie an Capillaren nie und sehr oft auch an den kleinsten Venen und Arterien nicht mehr vorkommen. Hie und da sieht man einzelne oder einige Fasern aus den Endplexus der Muskelnerven zu ihnen treten, was damit ganz gut im Einklang steht, dass die Gefässnerven vieler Theile (Extremitäten z. B.) nachweisbar von den Rückenmarksnerven abstammen.

Von den Sehnen haben die kleineren keine, die grösseren, wie die Achillessehne und Sehne des *Quadriceps*, nur Gefässnerven; Fascien und Sehnenscheiden sind nervenlos, ebenso die Synovialkapseln des Muskelsystems, nach dem was ich bisher sah.

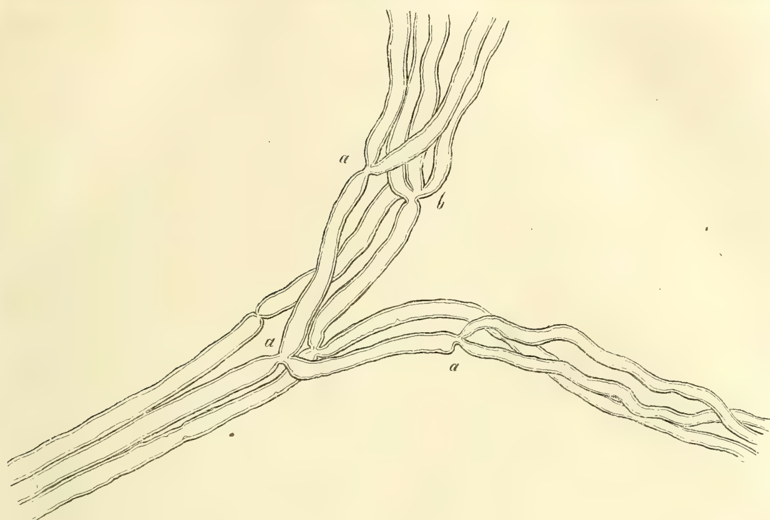
In vielen kleinen Muskeln ist die Ausstrahlnng der Nerven eine ganz beschränkte, so dass z. B. im obern Bauche des *Omohyoideus* bei einer Länge desselben von 3″ die Stelle, wo die Nerven sich ausbreiten, nicht länger ist als 5—8‴. Der in die Mitte der Queraxe eintretende Nervenstamm theilt sich gleich in zwei Hauptäste, welche, indem sie der eine nach dem linken, der andere nach dem rechten Rande des Muskels ausstrahlen, vielfache Anastomosen der Aeste aller Ordnungen erzeugen und die ganze Dicke des Muskels bis zu den obersten und tiefsten *Stratis* versehen. Während so an dieser einen Stelle eine Nervenausbreitung, die derjenigen der Sinnesorgane nahe kommt, vorhanden ist, trifft man in den übrigen Theilen des Muskels die grösste Armuth oder selbst gänzlichen Mangel an Nerven. In einem Falle, den ich genau untersuchte, war es mir nicht möglich, ausser den spärlichen Gefässnerven in diesen Theilen mehr als drei kleine Nervenstämmchen von 0,021‴, 0,028‴, 0,042‴ aufzufinden, welche zwar von den Hauptnerven abstammten, allein doch in ihrer Ausbreitung von denen der anderen Aestchen abwichen, indem sie geraden Weges zwei nach dem unteren, eines nach dem oberen Ende des Muskelbauches verliefen, spärliche Fädchen von 1 oder 2 Primitivfasern abgaben, die quer durch den Muskel zogen und endlich kurz vor der Zwischen- und Endsehne in feinste Aestchen und einzelne Nervenfasern sich auflösten, um theils hier, theils in den Ursprüngen der Muskelfasern an den Sehnen zu enden. Wie im *Omohyoideus* fand ich das Verhalten der Nerven auch im *Subcruralis* und einem *Costo-cervicalis* (von der 1. Rippe in die *Fascia cervicalis)*; im *Sternohyoideus*, *Sternothyreoideus*, *Omohyoideus* (unterer Bauch) war dieselbe bald ebenso, bald dem Anscheine nach etwas abweichend, d. h. es vertheilten sich manchmal die Aeste der Nerven nicht Alle in Einer Höhe, sondern dehnten sich über eine grössere Strecke aus, doch liess sich leicht nachweisen, dass das Wesentliche der eben beschriebenen Nervenvertheilung auch hier stattfand, dass die einzelnen Muskelpartieen nur an einer beschränkten Stelle mit den Nervengeflechten in Verbindung stehen. Schwieriger war der Nachweis solcher Verhältnisse in andern kleinen Muskeln, wie denen des Augapfels, wo die Nerven unter spitzen Winkeln an die Muskeln treten, mit ihren Hauptästen länger in denselben verlaufen und an verschiedenen mehr oder weniger entfernten Orten ihre Endausbreitungen bilden, doch gelang es auch hier so ziemlich. Bei grossen Muskeln ist begreiflicher Weise eine mikroskopische Untersuchung *in toto* nicht möglich, allein man kann auf anderem Wege sich davon vergewissern, dass wenigstens bei einigen von ihnen dasselbe gilt, was für die kleinen Muskeln

sich herauszustellen scheint, indem man kleine platte Bündel derselben in ihrer ganzen Länge herauspräparirt und untersucht. Dann zeigt sich namentlich deutlich bei Muskeln mit lockerem Gefüge, dass jedes Fascikel sich gerade so verhält, wie ein ganzer kleiner Muskel. Wie die Nervenausbreitung bei Muskeln mit langen Bündeln (*Sartorius, Latissimus* etc.) sich macht, habe ich nicht untersucht; vielleicht dass hier jedes Primitivbündel an mehreren weit von einander entfernten Stellen von Nerven berührt wird.

Valentin und *Emmert* haben im Jahr 1836 gleichzeitig die Endigungen der Nervenprimitivfasern in den Muskeln in Form von Schlingen beschrieben und ersterer diese Endigungsweise auch für sensible Nerven behauptet. Seit jedoch in neuerer Zeit die Physiologie gezeigt hat, dass sie mit diesen Schlingen nicht viel anzufangen weiss und die mikroskopische Anatomie an manchen Orten andere Endigungsweisen mit Bestimmtheit aufgedeckt hat (*Pacini*'sche Körperchen etc.), sind die Schlingen so sehr in Misscredit gekommen, dass jetzt die Frage, statt wie früher, ob es ausser den Schlingen auch eine andere Endigungsweise gebe, vielmehr die ist, ob wirklich irgendwo Schlingen existiren. Für die Muskeln namentlich scheint man ihre Existenz gänzlich läugnen zu wollen, seit Theilungen der Nervenröhren und Endigungen derselben in ihnen entdeckt sind; allein wie aus dem oben Bemerkten hervorgeht, mit Unrecht. Auch *Henle* sagt im *Jahresbericht v. Canstatt für* 1847, pg. 63, dass man seiner Meinung nach die Schlingen zu rasch aufgegeben habe, wogegen *Wagner* mit Bezug auf diese Frage die Analogie mit dem Frosch etc. über die directen Beobachtungen stellt und die Schlingen läugnet. — Die Theilungen anlangend, so findet *Wagner* (*Gött. Nach.* 1852, 27) solche in den Muskeln der Maus ziemlich häufig. Noch bemerke ich, dass ich in einem Falle ein kleines Ganglion mit etwa 5 Zellen an einem Nervenstämmchen des *Omohyoideus* des Menschen gesehen zu haben glaube, doch war die Beobachtung nicht rein, weil der Muskel vorher mit Natron behandelt war.

Bei Wirbellosen haben schon längst manche Forscher freie Endigungen der Nervenfasern und Ansatz derselben mit verbreiterten Enden an die Muskelfasern beschrieben, so *Doyère* bei den Tardigraden, *Quatrefages* bei *Eolidina* und einigen *Rotiferen* (*Annal. des sc. nat.* 1843, pg. 300 u. Pl. 11, Fig. XII). Ich selbst sah bei einer Chironomuslarve (Diptere) zu den zwei Muskelbündeln des einfachen Vorderfusses eine einzige Nervenfaser treten, welche gabelig in zwei getheilt mit etwas breiteren Enden an die Oberfläche derselben sich anlegte. Bei Wirbelthieren beschrieben zuerst *Müller* und *Brücke* Theilungen in den Augenmuskeln des Hechtes (*J. Müller Physiol.*, 4. Aufl. Bd. 1. St. 524) und *Quatrefages* sah bei *Amphioxus* ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den vorhin erwähnten Wirbellosen. Die Beobachtungen beim Hecht sind in den Augenmuskeln nicht schwer zu bestätigen und man sieht hier sowohl an frischen als auch an mit Sublimat behandelten und durch Essigsäure durchsichtig gemachten Muskeln beim Zerzupfen der Bündel zahlreiche Theilungen; jedoch sind dieselben lange nicht so häufig, wie beim Frosch und auch nur Zwei- selten Dreitheilungen. Ausserdem fiel mir in grellem Gegensatz zu den Säugethieren besonders der ungeheure Verbreitungsbezirk der Nervenfasern auf, der so bedeutend ist, dass es fast schwer hält, eine Stelle eines Primitivbündels zu finden, an dem nicht eine Nervenfaser verläuft, ja an vielen Orten sieht man die letztern auf ungemeine Strecken an einem Bündel hinziehen und dasselbe schlingenförmig oder mit einer verschiedenen Zahl von Spiraltouren umgeben. Aehnliches sah *R. Wagner* in den Augenmuskeln von *Torpedo*, während in andern Muskeln die Nerven sehr spärlich waren (*Gött. Nach.* Oct. 1851). Bei den Amphibien kennt man seit *Wagner* beim Frosch Theilungen und freie Enden. Erstere sind ausgezeichnet schön und zahlreich. Sie beginnen an den 0,004 — 0,006''' dicken Nervenröhren in den Stämmchen und Aestchen und setzen sich unter allmäliger Abnahme der Fasern mehrmals fort bis zu ganz feinen Fädchen von 0,001 — 0,0015'''. Die Theilungen sind meist dicho- oder trichotomisch, seltener mehrfach, doch sah *Wagner* einmal 8 Aestchen. Die Endfädchen sind

Fig. 104.



blass, einfach contourirt. Niemals dringen sie in Muskelbündel ein, sondern legen sich entweder nach kurzem Verlauf schief oder quer an dieselben an oder ziehen lange parallel neben ihnen hin, um in beiden Fällen spitz und oft so fein wie eine Bindegewebsfibrille auszulaufen. Alle diese Verhältnisse sieht man am besten im *Mylohyoideus* (*Wagner*) und vor Allem in einem feinen Hautmuskel der Brust, auf den *Ecker* mich aufmerksam machte und dessen Nervenausbreitung neulich von *Reichert* sehr genau beschrieben wurde. *R.* fand hier wie ich beim Menschen, dass nur ein kleiner Theil des Muskels reichlich mit Nerven versehen ist, während dieselben in den übrigen Theilen nur spärlich sich finden. Der Nervenstamm für diesen 160—180 Muskelfasern zählenden Muskel hat nach *Reichert* 7—10 Fasern und bildet durch fortgesetzte Theilung schliesslich 290 340 Endigungen, so dass mithin auf eine Muskelfaser mehr als eine Endigung kommt.

§. 85.

Chemisches und physikalisches Verhalten der Muskeln. In 100 Th. frischem Ochsenfleisch sind nach *Bibra* 72,56—74,45 Wasser enthalten. Die festen Theile (25,55—27,44) bestanden bei einem Manne von 59 Jahren aus einem in kochendem Wasser, Alcohol und Aether unlöslichen Rückstand 16,83, löslichem Eiweiss und Farbstoff 1,75, leimgebender Substanz 1,92, Extracten, Salzen 2,80, Fett 4,24. Das Fett rührt vorzüglich vom Blute, den Fettzellen in den Muskeln und den Nerven derselben her, einem Theile nach auch wohl aus den Muskelfasern selbst, in denen wenigstens mikroskopisch hie und da Fettkörnchen sich nachweisen lassen; die leimgebende Substanz kommt aus dem *Perimysium*, einem kleineren Theile nach auch aus den Gefässen und dem Neurilem, dagegen nicht aus dem *Sarcolemma*, welches an ganz ausgekochten

Fig. 104. Nervenfasertheilungen in einem kleinen Aestchen aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches, 350 mal vergr. *a.* Bifurcationen, *b.* dreifache Theilung.

Muskeln noch nachzuweisen ist, wodurch (gegen *Reichert*) bewiesen wird, dass dasselbe nicht zum Bindegewebe zählt. Die anorganischen Salze und das Eiweiss stammen wohl vorzugsweise aus den Muskelfasern selbst, ebenso und vor allem die von *Liebig* und *Scherer* in der Muskelflüssigkeit gefundenen Salze der Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure und Ameisensäure, die freie Milchsäure, das Kreatin und Kreatinin, der Muskelzucker oder Inosit und der Farbstoff, welche Substanzen, auch die letztgenannte, theils in den Fibrillen selbst, theils und vorzugsweise, so namentlich das Eiweiss, in der dieselben verkittenden Zwischensubstanz ihren Sitz haben. Die 16,83% unlöslichen Rückstands kommen zum Theil auf Rechnung des elastischen Gewebes in den Gefässen und dem Perimysium und der glatten Muskeln in den Gefässen, vorzüglich aber auf die Muskelfibrillen selbst, die, wie wir oben (§. 27) schon sahen, aus einer dem Fibrin verwandten Substanz bestehen. Das *Sarcolemma* ist in Alkalien und Säuren resistenter als die Fibrillen und schliesst sich mehr den *Membranae propriae* der Drüsen, den Wänden der Capillaren und den Zellenmembranen vieler Zellen an. Der Farbstoff der Muskeln (und diese selbst) wird gleich dem des Blutes an der Luft und noch mehr in Sauerstoff hochroth, in Schwefelwasserstoff dunkel; in Wasser, nicht aber durch Salze, wird derselbe ausgezogen und zwar sehr leicht, worin wohl, d. h. in einer Aenderung des Concentrationsgrades des die Muskeln tränkenden Plasma's vorzüglich der Grund zu suchen ist, dass dieselben in Krankheiten so gern ihre Farbe ändern.

Die Muskeln sind zwar weicher und zerreissbarer als die Sehnen, jedoch ist ihr Zusammenhalt immer noch ein sehr bedeutender, namentlich im Leben. Sie besitzen einen gewissen Grad von Elasticität. Während des Lebens sind sie, wie *E. Weber* richtig bemerkt, auch wenn die Nerven nicht auf sie einwirken, meist nicht in ihrer natürlichen Form, sondern ausgedehnt, in Spannung, und üben, gleich gespannten Saiten, elastische Kräfte aus, wovon man am besten sich überzeugt, wenn man bei einem stark gebogenen Gliede eines Thieres die Sehnen der Extensoren, deren Nerven vorher getrennt wurden, durchschneidet, worauf dieselben sehr bedeutend sich zurückziehen (*E. Weber*). Diese Spannung der Muskeln ist je nach der Stellung der Glieder sehr verschieden. Gering ist sie, wenn der Körper bei halbgebogener Lage der Glieder ruht, noch geringer oder = 0, wenn ein Muskel, nachdem er kräftig auf sein Glied eingewirkt hat, ausruht, grösser und am grössten, wenn seine Antagonisten möglichst einwirken. Nach *E. Weber* kann man die lebenden aber unthätigen Muskeln mit Kautschuk vergleichen, indem ihnen, wie diesem eine sehr grosse elastische Ausdehnbarkeit oder mit andern Worten eine geringe aber sehr vollkommene Elasticität zukommt, wie man leicht an Muskeln eben getödteter Thiere sehen kann, die abwechselnd sich ausdehnen lassen und wieder zusammenfahren. Weil die Elasticität der Muskeln so gering ist, so setzen sie den Bewegungen der Glieder fast keinen Widerstand entgegen und weil sie so vollkommen ist, ziehen sie sich

auch nach der grössten Ausdehnung wieder zu ihrer vorigen Form und Länge zusammen, wie sich das z. B. auch bei der Ausdehnung der Bauchmuskeln bei Schwangern und in pathologischen Fällen bewahrheitet. Sind die Muskeln in Thätigkeit, so ändern sich ihre Elasticitätsverhältnisse in sehr bemerkenswerther Weise, 1) werden die Muskeln während ihrer Contraction ausdehnsamer oder ihre Elasticität kleiner, weshalb sie durch ihre Verkürzung eine weit geringere Kraft ausüben, als es sonst der Fall wäre, wenn ihre Elasticität unverändert dieselbe bliebe wie im unthätigen Zustande; 2) ist die Elasticität des thätigen Muskels bei einem und demselben Muskel eine sehr veränderliche; sie vermindert sich bei Fortsetzung seiner Thätigkeit immer weiter, was die Ursache der Erscheinung der Ermüdung und Kraftlosigkeit bei derselben ist *(E. Weber)*.

In todten Muskeln ist nach *E. Weber* die Elasticität unvollkommener, d. h. der todte Muskel nimmt, ausgedehnt, nicht ganz seine frühere Gestalt wieder an und zerreisst daher auch leichter, obschon z. B. ein *Gracilis* immer noch 80 Pfund trägt ohne zu reissen. Dabei ist derselbe aber auch unausdehnbarer, steifer, unbeugsamer, oder seine Elasticität ist grösser. Die Erscheinungen der Ermüdung der Muskeln sind daher wohl von denen des Absterbens zu unterscheiden. Bei ersterer findet die Verminderung der Elasticität während der Einwirkung der Nerven und der Contractionen des Muskels selbst statt, wahrscheinlich in Folge geänderter Ernährungsverhältnisse der Molecüle des Muskels, und ist daher eine Lebenserscheinung, bei letzterem dagegen haben die Nervenwirkungen, die Ernährung, die Contractionen aufgehört und die Zunahme der Elasticität, die die bekannte Todtenstarre, *Rigor mortis*, bewirkt, ist eine rein physikalische Erscheinung, die nicht mit der Vergrösserung der Spannung der Muskeln zu verwechseln ist, die unter dem Einflusse des Lebens während ihrer Contraction zugleich mit Abnahme der Elasticität eintritt.

Die Sehnen sind sehr fest und wenig elastisch und enthalten nach *Chevreuil* in 100 Th. nur 62,03% Wasser, also bedeutend weniger als die Muskeln und bestehen vorzüglich aus leimgebender Substanz, doch verwandeln sie sich schwerer als andere Theile in Leim.

Meiner Meinung nach sind die Muskeln bald ausgedehnt, bald in ihrer natürlichen Gestalt, bald selbst comprimirt, und zu allen diesen drei Zuständen kann die lebendige Verkürzung hinzutreten. Contrahirt sich ein gespannter Muskel so, dass er seine natürliche Form nicht annimmt, so wird er beim Nachlass der Contraction noch gespannt sein und bei einer Durchschneidung sich zurückziehen. Verkürzt sich dagegen ein in seiner natürlichen Form befindlicher Muskel, so wird er, wenn die Nerveneinwirkung aufhört, gerade umgekehrt sich ausdehnen, wie z. B. das contrahirte Herz oder ein isolirter galvanisch gereizter Muskel. Dem zufolge wird, wenn man von der Elasticität der Muskeln spricht nicht bloss ihre Spannung, wenn sie ausgedehnt sind, sondern auch die im comprimirten Zustande in Anschlag gebracht werden müssen, was mir physiologisch wichtig genug scheint, indem dann auch die Ausdehnungen contrahirter Muskeln (Herz, Muskeln, deren Antagonisten gelähmt sind) begreiflich werden. — Mit Bezug auf die Todtenstarre hat die neueste Zeit noch die wichtige Thatsache ans Licht gefördert, dass dieselbe durch

Einspritzen von Blut aufgehoben werden kann (*Brown-Séquard*) und auch am lebenden Thier eintritt, wenn die Blutzufuhr zu einer Muskelgruppe gänzlich abgeschnitten wird (*Stannius*). Im letztern Fall schwindet zugleich auch die Irritabilität der Nerven und kehren bei Wiederherstellung der Circulation die normalen Verhältnisse in Muskeln und Nerven zurück. Durch diese Thatsachen werden alle Hypothesen über das Zustandekommen der Todtenstarre, die *Weber*'sche ausgenommen, widerlegt, auch die von *Brücke*, die einen in den Muskelfasern befindlichen gerinnenden Faserstoff statuirt, zugleich erhebt sich aber auch die Frage, was zunächst die Aenderung in den Elasticitätsverhältnissen der Muskeln veranlasse, das Absterben oder Unthätigwerden der Nerven oder die mangelnde Blutzufuhr zu den Muskelfasern selbst. *Stannius* entscheidet sich für das erstere und wird so zur Annahme gezwungen dass während des Lebens die motorischen Nerven in der Weise auf die Muskeln einwirken, dass sie während der Muskelruhe ihre natürliche Elasticitätsgrösse herabsetzen, bei der Zusammenziehung dagegen momentan in ihrem Einflusse nachlassen. Somit wäre nach *Stannius* die mit Contraction verbundene Starre und die lebendige Contraction identisch und nichts als der von jedem Nerveneinflusse befreite Zustand des Muskels, der so lange anhält bis der Nerv ihn wieder in Ruhe versetzt, oder seine Substanz sich zersetzt. — Ich muss gestehen, dass diese Ansicht, die übrigens schon *Engel* (*Zeitschr. der Wiener Aerzte* 1849) ausgesprochen hat, mir vorläufig nicht zusagt, und dass namentlich der Umstand, dass die im Leben vorkommenden Contractionen viel bedeutender sind als die bei der Todtenstarre dagegen zu sprechen scheinen.

§. 86.

Entwicklung der Muskeln und Sehnen. Die Anlagen der Muskeln bestehen anfänglich aus denselben Bildungszellen, welche den übrigen Leib der Embryonen zusammensetzen, und aus denselben entwickeln sich erst nach und nach durch histologische Differenzirung die Muskeln, Sehnen u. s. w. Beim Menschen werden die Muskeln erst am Ende des zweiten Monates deutlich, sind jedoch anfänglich nur für das bewaffnete Auge zu erkennen, und weich, blass, gallertartig, und von ihren Sehnen nicht zu unterscheiden. In der 10ten bis 12ten Woche erkennt man dieselben namentlich an Weingeistexemplaren deutlicher und nun treten auch die Sehnen als etwas hellere, jedoch ebenfalls durchscheinende Streifen auf. Im vierten Monate sind Muskeln und Sehnen noch kenntlicher, erstere am Rumpfe leicht röthlich, letztere weniger durchscheinend, graulich, beide noch weich. Von nun an gestalten sich beide Theile immer mehr zu dem, was sie später sind, so dass sie beim reifen Embryo, ausser dass die Muskeln noch weicher und blasser und die Sehnen gefässreicher und weniger weiss sind, keine nennenswerthen Abweichungen mehr darbieten.

Die feinern Verhältnisse anlangend, so sind bei Embryonen aus dem Ende des zweiten Monates die Primitivbündel lange, von Stelle zu Stelle knotig angeschwollene und hier mit länglichen Kernen versehene 0,001 bis 0,002‴ breite Bänder (Fig. 105), die entweder homogen oder fein granulirt aussehen und nur sehr selten eine ganz leise Andeutung von Querstreifen zeigen. In weiterer Entwicklung werden nun diese Muskelprimitivfasern, die, wie die vergleichende Gewebelehre lehrt, aus anein-

Fig. 105.

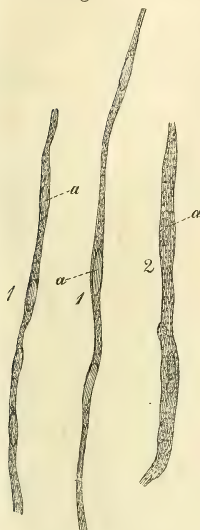
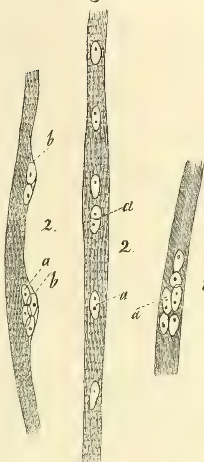


Fig. 106.



ander gereihten Zellen ihren Ursprung nehmen, immer breiter und länger und entwickelt sich ihr Inhalt, das ursprüngliche Zellencontentum, zu den Muskelfibrillen. Im vierten Monate (Fig. 106) messen dieselben einem grossen Theile nach 0,0028 — 0,005‴ einige selbst 0,006‴, während andere freilich auch die Grösse von 0,0016 und 0,002‴ nicht übersteigen, und sind die grösseren zwar noch immer abgeplattet, aber gleichmässig breit, auch bedeutend dicker als früher, meist deutlich längs- und quergestreift und selbst mit isolirbaren Fibrillen. Zum Theil schon in der Längsansicht, noch besser aber auf Querschnitten ergibt sich, dass bei vielen die Fibrillen nicht die ganze Dicke der Primitivröhren einnehmen, sondern peripherisch in Gestalt eines Rohres in denselben angelagert sind, während im Innern noch homogene Substanz wie früher sich findet, die nun wie ein Canal innerhalb der Fibrillen erscheint. Alle Primitivröhren besitzen ein Sarcolemma *(b)*, welches durch Essigsäure und Natron als ein sehr zartes Häutchen nachzuweisen ist und auch hin und wieder durch eingedrungenes Wasser von den Fibrillen sich abhebt; ausserdem zeigen dieselben wie anfangs Kerne, welche am Sarcolemma anliegen und dasselbe oft bauchig abheben und in einer energischen Vermehrung begriffen sind. Dieselben sind alle bläschenförmig, rundlich oder länglich, mit sehr deutlichen einfachen oder doppelten Nucleolis von 0,0004 — 0,0008‴, oft mit zwei Tochterkernen in ihrem Innern, und viel zahlreicher als früher, am häufigsten zu zweien dicht beisammen, oft aber auch gruppenweise zu 3, 4, selbst 6 neben und hintereinander gelagert. — Von nun an bis zur Geburt verändern sich die Muskelbündel nicht mehr bedeutend, ausser dass sie an Dicke zunehmen. Beim Neugebornen messen sie 0,0056 — 0,0063‴, sind solid, rundlich polygonal, je nach Umständen längs und quergestreift wie beim Erwachsenen, mit ungemein leicht isolirbaren Fibrillen und noch mehr Kernen als früher.

Dem Bemerkten zufolge ist das Sarcolemma die Summe der Zellmem-

Fig. 105. Primitivbündel eines 8—9 Wochen alten menschlichen Embryo, 350mal vergr. 1. Zwei Fasern ohne Querstreifen, 2. Faser mit erster Andeutung von solchen. *a.* Kerne.

Fig. 106. Primitivfasern eines 4 Monate alten menschlichen Embryo, 350mal vergr. 1. Ein Bündel mit einer noch nicht faserigen hellen Masse im Innern, 2. Bündel ohne solche mit Andeutung von Querstreifen, *a.* Kerne, *b.* Sarcolemma.

branen der verschmolzenen Zellen, die Kerne der jüngsten Bündel die ursprünglichen Zellenkerne, die der älteren die Abkömmlinge dieser, die durch endogenen Process sich vermehrten. Die Muskelfibrillen sind fest gewordener differenzirter Inhalt der ursprünglichen Röhre, und bilden sich in vielen Fällen nachweisbar vom Sarcolemma aus nach innen, in andern vielleicht aber auch in der ganzen Röhre auf einmal.

Das Wachsthum der Gesammtmuskeln kommt vor allem auf Rechnung der Längen- und Dickenzunahme der Primitivbündel und scheint vielleicht schon bei der ersten Anlage der Muskeln auf jeden Fall in der Mitte des Fötallebens auch die Anlage zu allen den spätern Primitivbündeln gegeben zu sein. Beim 4—5monatlichen Embryo sind dieselben schon zum Theil fünfmal stärker als bei dem von zwei Monaten, beim Neugebornen messen sie gröstentheils zweimal, zum Theil selbst drei und viermal mehr als im 4ten oder 5ten Monat und beim Erwachsenen betragen sie ungefähr fünfmal mehr als beim Neugebornen. Mit der Dicke der Bündel müssen auch die Fibrillen an Zahl zunehmen, da sie nach *Harting* beim Erwachsenen nur um weniges dicker sind als beim Fötus. — Das Perimysium entwickelt sich, wie ich übereinstimmend mit *Valentin* und *Schwann* finde, nach dem Typus des gewöhnlichen Bindegewebes aus spindelförmig gewordenen verschmelzenden Bildungszellen.

Die Elemente der Sehnen sind auf keinen Fall früher ausgebildet als die der Muskeln, indem es mir bei Embryonen aus der 8ten bis 9ten Woche nicht möglich war, eine bestimmte Spur derselben zu finden, während doch die Muskelfasern recht deutlich erschienen. Erst im 3ten und 4ten Monate, wo sie auch für das blosse Auge deutlich werden, lassen sich ihre Elemente mit Bestimmtheit verfolgen und ergeben sich als lange parallele Bänder mit länglichen Kernen, die, wie *Schwann's* und meine Beobachtungen (§. 24) an sehr jungen Säugethieren lehren, aus verschmolzenen spindelförmigen Zellen hervorgegangen sind. Schon im 4ten Monat sind dieselben deutlich als Primitivbündel zu erkennen, wellenförmig gebogen und von Stelle zu Stelle mit länglichen Kernen von 0,0035—0,006''' Länge und 0,0016''' Breite versehen, jedoch ohne deutliche Fibrillen und nicht breiter als 0,0012—0,0016'''. Von nun an nehmen die Bündel bis zum Ende des Embryonallebens langsam an Breite zu, so dass sie beim Neugebornen 0,002—0,0025''' messen und zugleich entwickeln sich ihre Fibrillen und zwischen den Bündeln feine elastische Fasern aus besondern spindelförmigen Bildungszellen (siehe oben §. 23). Vergleicht man mit diesen Bündeln die der Erwachsenen, die 0,006—0,008''' messen, so sieht man, dass die Sehnenbündel von ihrer ersten Entstehung an continuirlich an Dicke

Fig. 107.

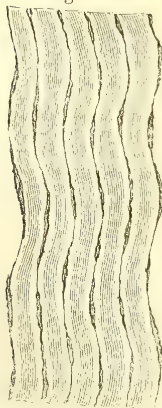


Fig. 107. Aus der Achillessehne des Neugebornen, 250mal vergr. mit Essigsäure, um die in Bildung begriffenen feinen elastischen Fasern zu zeigen.

zunehmen, so dass ihr Verhältniss beim 4monatlichen Fötus, dem Neugebornen und dem Erwachsenen ungefähr wie 1 : 1,8 : 6 ist und dass daher auf jeden Fall ein guter Theil des Wachsthumes der Sehnen auf Rechnung der Zunahme ihrer Bündel an Dicke und auch an Länge zu setzen ist. Es scheinen jedoch auch nach der ersten Anlage der Sehnen während des Fötallebens noch neue Bündel derselben zu entstehen.

In Betreff der Entwicklung der Muskelfasern herrschen noch einige Controversen. *Reichert* und *Holst* lassen die Fibrillen derselben jede aus einer einzigen Zelle hervorgehen und betrachten dieselben als Aequivalente der glatten Muskelfasern oder contractilen Faserzellen. Diese Ansicht ist nicht richtig und wird durch die Untersuchung von Säugethier- und menschlichen Embryonen sehr leicht widerlegt. Dass in der neuesten Zeit auch *Leydig* für dieselbe sich ausgesprochen (*Beiträge St.* 78), erklärt sich aus einer Verwechslung der eigenthümlichen secundären Muskelbündel der Plagiostomen mit den Primitivbündeln der höhern Wirbelthiere. — Bei den Batrachiern kommen nach *Lebert* und *Remak* bei der Entwicklung der Muskeln verlängerte einfache Zellen mit sich vermehrenden Kernen vor deren Inhalt sich ebenso metamorphosirt wie bei den längern aus vielen Zellen entstandenen Muskelröhren, die meinen Erfahrungen zufolge diesen Thieren auch nicht abgehen. — Der contractile Theil der Muskelfasern, mag derselbe quergestreift sein oder nicht, Fibrillen besitzen oder keine, entwickelt sich in der Regel von dem Sarcolemma aus nach innen als Röhre, die erst nach und nach solid wird, seltener als ein mehr solider Strang einseitig in den Muskelfasern. Im ersten Falle liegen die Kerne und der ursprüngliche Inhalt der Bildungszellen, der oft fettreich ist, im Innern der embryonalen Muskelröhre oder zwischen ihr und dem Sarcolemma, im letztern immer dicht am Sarcolemma.

In pathologischer Beziehung ist Folgendes hervorzuheben. Die Substanz der quergestreiften Muskeln regenerirt sich nicht und Muskelwunden heilen einfach durch einen sehnigen Callus. Eine Neubildung derselben haben *Rokitansky* (*Zeitschrift der Wiener Aerzte* 1849, pg. 331) bei einer Hodengeschwulst eines 18jährigen Individuums und *Virchow* (*Verh. d. Würzb. Ges. I.*) in einem Ovariumtumor gesehen und waren es im letztern Falle, den ich selbst sah, langgestreckte, spindelförmige, quergestreifte Zellen, jede mit 1 Kern, ähnlich denen die *Remak* bei Froschlarven beschreibt. Wie bei Hypertrophien, die mit Ausnahme der Zunge, des Herzens und gewisser Athemmuskeln (*Bardeleben*) bei quergestreiften Muskeln vielleicht gar nicht oder wenigstens höchst selten vorkommen (*Romberg, Nervenkr.* pg. 291, nimmt solche auch nach langandauernden Krämpfen an, jedoch ist, wie mir scheint, dieser Punkt noch nicht hinreichend begründet), die Elemente sich verhalten, ist ebenso unsicher als bei der Dickenzunahme der Muskeln durch Uebung, entweder durch Wachsthum der vorhandenen Muskelbündel oder durch Hinzutreten neuer, welches letztere wohl, ohne zu irren, bei den exquisiten Graden pathologischer Volumenzunahme der eigentlichen Muskelsubstanz statuirt werden kann. Atrophien der Muskeln sind sehr häufig, so im höhern Alter, bei Lähmungen, namentlich der Zunge und bei der Bleikrankheit, bei Entwicklung von Krebs, fibroidem Gewebe (in Folge von Entzündung), von Fett in denselben u. s. w., doch sind die dabei stattfindenden Vorgänge noch wenig erforscht. Ich finde im höhern Alter die Bündel schmal, zum Theil nur von 0,004 — 0,008''' Durchmesser, leicht zerfallend, meist ohne Querstreifen und mit undeutlichen Fibrillen, dagegen gelbliche oder braune Körner bis zu 0,001''' oft in sehr grosser Menge und sehr viele bläschenförmige Kerne mit Nucleolis enthaltend, die oft in langen continuirlichen Reihen oder gehäuft innen am Sarcolemma anliegen und eigenthümlicher Weise dieselben bestimmten Zeichen einer energischen Vermehrung durch endogene Bildung darbieten, wie die der Embryonen (siehe in diesem §.). Bei der fettigen Degeneration werden die Muskelbündel durch Bindegewebe und Fettzellen, die zwi-

schen ihnen sich entwickeln, nach und nach verdrängt, während sie zugleich kleine Fettkörnchen an der Stelle der allmälig schwindenden Fibrillen in grosser Zahl in sich entwickeln. Gelähmte Muskeln fand Reid (*On the relation between muscular contractility and the nervous system, Edinburgh monthly Journ. of med.* 1841) dünner, weicher, blasser und Valentin (*Phys.* 2. Aufl. 2 Th. St. 62) sah in solchen die Querstreifen undeutlich oder geschwunden und durch Wasser, Alcohol etc. nicht mehr sich erzeugend, dagegen waren Längsstreifen da, allein ebenfalls nicht wie gewöhnlich, sondern mehr wie in macerirten Muskeln. Später verschwanden die veränderten Bündel zum Theil und wurden theilweise durch Fett ersetzt. Aehnliches wie im höhern Alter sah ich auch bei einer Atrophie des *Pectoralis major* durch Krebs, Untergang der Fibrillen, Entwicklung von bräunlichen Körnchen und vielen Kernen sammt einer hellen Flüssigkeit in dem zurückbleibenden Sarcolemma, Verschmälerung der Bündel schliesslich bis zu 0,002—0,004''' Breite; ausserdem glaube ich auch in vielen Bündeln die Entwicklung grosser, reihenweise gelagerter Zellen mit prächtigen Kernen, ganz wie sogenannte Krebszellen, wahrgenommen zu haben. Wie bei Abgemagerten die Muskeln sich verhalten, ist unbekannt. Donders sah bei 8 Monate fastenden abgemagerten Fröschen die Bündel schmäler, was er vorzüglich auf Rechnung der Abnahme der Substanz zwischen den Fibrillen schreibt. Ein Erblassen der Muskeln ist sehr häufig bei Wassersuchten, Chlorosis, Lähmungen, bei der Bleikrankheit, im Alter etc., in welchen Fällen vielleicht die häufig vorkommenden braunen oder gelblichen Körnchen aus einem Theile ihres Farbstoffes sich bilden; dasselbe ist meist mit Erweichungen derselben gepaart, bei welchen die Bündel keine deutlichen Querstreifen und Fibrillen mehr zeigen und äusserst leicht in viele Stückchen, selbst in einen Brei zerfallen. Beim Tetanus, bei dem oft Ruptur der Muskeln eintritt, sah Bowman (*Phil. Transact.* 1841, pg. 69) an den Bündeln viele knotige Anschwellungen mit sehr dicht stehenden Querstreifen und zwischen denselben entweder wirkliche Unterbrechungen der Fibrillen oder wenigstens eine bedeutende Dehnung und Desorganisation derselben, welche beide offenbar Folge starker und unregelmässiger Contraction sind. In den Muskeln kommen Concretionen vor, namentlich als Verkreidung von Eiter, Tuberkeln und Cysticercusblasen, ferner auch wirkliche Knochen, z. B. der sogenannte Exercirknochen im Deltoideus und in andern Muskeln. Von Parasiten sind der nicht seltene *Cysticercus cellulosae* und die *Trichina spiralis* zu erwähnen, ferner beim Aal ein nematodenartiger Wurm, den Bowman (*Cyclop. of Anat.* II. pg. 512) lebend in dem fast ganz leeren Sarcolemma sah. Etwas diesem Letztern Analoges fand ich schon vor Jahren in den Bauchmuskeln der Ratte (ebenso v. Siebold und Miescher auch bei der Maus), nämlich 4—7''' lange und 0,09—0,1''' breite weisse Streifen, die bei mikroskopischer Untersuchung als hohle Primitivbündel sich ergaben, die ganz mit elliptischen leicht gebogenen Körperchen von 0,004—0,005''' Länge und 0,0019''' Breite, offenbar Eiern, erfüllt waren. Die in Schläuche umgewandelten Stellen der Bündel hatten Wandungen von 0,009—0,01''' Dicke mit Querstreifen und gingen an ihren Enden in ganz normale Bündel über.

§. 87.

Physiologische Bemerkungen. Die hervorragendste Eigenthümlichkeit der Muskeln ist ihre Contractilität. Bei jeder Zusammenziehung verkürzen sich die Primitivbündel geradlinig und werden zugleich dicker, ohne jedoch in irgend erheblicher Weise sich zu verdichten. Wahrscheinlich treten die Contractionen in der Regel in allen Theilen eines Bündels gleichzeitig ein, womit jedoch natürlich nicht gesagt sein soll, dass nicht die Stellen, wo die Nervenendigungen sich finden, eigentlich doch zuerst sich verkürzen und um einen ganz unmessbaren, wenig-

stens unserm Auge entschwindenden Zeitraum den andern voraneilen. Unter gewissen Verhältnissen beobachtet man aber auch successiv fortschreitende und partielle Contractionen. Beobachtet man, während die Muskeln sich zusammenziehen, ihre Längs- und Querstreifen, so fällt es nicht schwer nachzuweisen, dass, wo erstere vorhanden sind, dieselben während der Contraction verschwinden und Querstreifen Platz machen und dass die letzteren, wo sie schon da waren, deutlicher werden und sich näher rücken. An den leicht isolirbaren Fibrillen der Thoraxmuskeln der Insecten ist ferner leicht zu sehen, dass dieselben bei verschiedenen Thieren und oft auch bei einem und demselben Individuum in sehr wechselnden Zuständen zu finden sind. Bald nämlich sind dieselben fast ohne Querstreifen und sehr blass, bald dunkler und mit deutlicheren Querlinien, bald endlich sehr ausgezeichnet quergeringelt und mit diesen Zuständen gehen dann auch die Dicke der Fibrillen und die Entfernungen der Querstreifen Hand in Hand, so dass die Fibrillen mit der deutlichsten Streifung fast noch einmal so breit sind als die andern und beinahe noch einmal so dicht stehende Querlinien haben. Es wird wohl erlaubt sein, hieraus zu schliessen, dass bei den Contractionen vor allem die Fibrillen sich verkürzen und verbreitern, und dass hierdurch eben die erwähnten Veränderungen der Bündel hervorgerufen werden. Die weitere Frage ist nun die, wie verkürzen sich die Fibrillen und was bedingt ihre Querstreifung? Ist die letztere an die Lebensverhältnisse der Muskeln gebunden, oder erscheint dieselbe auch sonst? Das letzte ist unbedingt zu bejahen, denn es zeigen auch todte Muskeln Querstreifen und zwar unter denselben Verhältnissen wie lebende, wie am besten Muskeln lehren, die man successive in verschiedene Grade der Spannung versetzt, und es wird daher auch jeder Gedanke an nur partielle Contractionen der Fibrillen, der bei der ersten Beobachtung dieser Verhältnisse sich darbietet, aufzugeben sein. Die ganze Erscheinung der Querstreifen ist offenbar eine physikalische und keine vitale. Ihre Entstehung ist entweder davon abhängig, dass die Fibrillen nicht in ihrer ganzen Länge gleichartig sind, sondern in viele kleine Abschnitte zerfallen, von denen die einen grössere Elasticität besitzen als die andern, oder es wird dieselbe im entgegengesetzten Falle dadurch bedingt, dass die Fibrillen weiche Fäden sind, die, indem sie sich verkürzen, zickzack- oder wellenförmig sich biegen oder Varicositäten annehmen. Welche dieser beiden Auffassungen die richtige ist, lässt sich vorläufig nicht entscheiden und

Fig. 108.

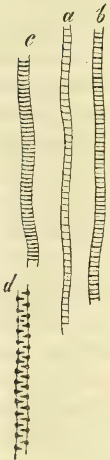


Fig. 108. Primitivfasern der Flügelmuskeln der Schmeissfliege, 350 mal vergrössert. *a*. Dünne Fibrille mit entferntstehenden zarten Querstreifen, *b*. dickere Faser mit dichter stehenden, abwechselnd stärkeren und schwächeren Streifen, *c*. noch dickere Fibrille mit noch dichteren Streifen, *d*. Fibrille mit halbseitigen, alternirend stehenden Erhebungen (dieselben sind zu dunkel ausgefallen).

ist nur so viel zu sagen, dass für die erste Annahme der Umstand angeführt werden kann, dass macerirte Fibrillen leicht in kleine Partikelchen *(Sarcous elements Bowman)* zerfallen und möglicherweise aus Reihen solcher, die durch eine etwas anders beschaffene Zwischensubstanz verbunden sind, bestehen, während für die zweite das Verhalten der sicherlich in ihrer ganzen Länge gleichartigen Bindegewebsfibrillen spricht, die, wenn sie durch Essigsäurezusatz zur Verkürzung gebracht werden, zierliche feine Querstreifen zeigen, die die Bündel derselben quergestreiften Muskelfasern oft täuschend ähnlich machen. — Ob das Sarcolemma an den Verkürzungen der Fibrillen in activer Weise sich betheiligt, ist schwer zu sagen, doch bin ich, namentlich seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit halber, die es dem elastischen Gewebe nähert, eher geneigt, dasselbe nur als passiv bei den Contractionen betheiligt anzusehen. Dasselbe möchte noch bestimmter von der die einzelnen Fibrillen vereinenden eiweisshaltigen Flüssigkeit zu statuiren sein, so dass mithin nicht die Muskelbündel *in toto*, sondern nur die Fibrillen als contractile Elemente anzusehen sind, welcher Ausspruch durch den Umstand, dass bei den glatten Muskeln und vielen Muskeln wirbelloser Thiere (solchen, die keine Fibrillen zeigen) andere Verhältnisse vorkommen, nicht erschüttert wird.

Ueber die Ursachen, welche die Contractionen der Muskeln veranlassen und bedingen, sich weiter auszulassen, ist hier nicht der Ort, ich bemerke daher nur Folgendes. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Fähigkeit der Verkürzung der Muskelsubstanz eigenthümlich innewohnt und durch die Nerven gewissermaassen nur in die Erscheinung gerufen wird, dagegen ist ebenso sicher, dass annoch keine ganz schlagende Thatsache vorliegt, welche beweist, dass die quergestreiften Muskeln auch ohne vorherige Einwirkung von Nerven sich verkürzen. Welche Vorgänge während der Verkürzung in den Fibrillen stattfinden, ist gänzlich zweifelhaft, doch ist zu hoffen, dass bei weiterer Verfolgung der Gesetze der elektrischen Strömungen in den Muskeln, auf der Bahn, welche *Du Bois Reymond (Untersuchungen über thier. Elektricität, Berlin* 1848 u. 49, I. u. II. 1) mit so grossem Erfolge betreten hat, auch in dieses noch dunkle Gebiet Licht dringen wird. Auch über die Art und Weise der Einwirkung der Nerven auf die Muskeln wäre es mehr als Kühnheit eine Aeusserung zu thun, da die Vorgänge in den Nerven noch ebenso dunkel sind, wie die in den Muskeln selbst. Nur das kann hervorgehoben werden, dass den anatomischen Thatsachen zu Folge, welche lehren, dass bei vielen Geschöpfen die motorischen Nervenfasern nur mit wenigen Stellen der einzelnen Primitivbündel in Berührung kommen und nirgends in das Innere derselben eindringen, bei der Contraction eine Wirkung der Nerven in gewisse Fernen stattfinden muss.

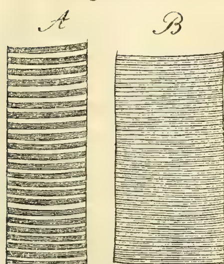
Die Muskeln besitzen auch Sensibilität, doch verhält sich dieselbe etwas eigenthümlich, indem Stechen, Brennen und Schneiden derselben keine irgend nennenswerthen Empfindungen veranlassen, wogegen alle

Muskeln nach länger fortgesetzter Thätigkeit, ebenso bei Krämpfen schmerzhaft und gegen Druck sehr empfindlich werden und ein sehr feines Gefühl für ihre eigenen Contractionszustände haben, so dass sie im Stande sind, sehr wenig von einander abweichende Kraftanstrengungen zu unterscheiden. Der scheinbare Widerspruch zwischen diesen Thatsachen löst sich leicht, wenn man bedenkt, dass die Muskelnerven nur wenig sensible Fasern führen, wie dies ja an den Augenmuskelnerven z. B. leicht zu constatiren ist. Diese Fasern, zu denen wahrscheinlich die oben beschriebenen wenigen Fäden, die über die ganzen Muskeln sich ausbreiten, gehören, sind zu sparsam, um einen Muskel gegen locale Einflüsse empfänglich zu machen, genügen aber doch, wenn sie durch die Zusammenziehung der Gesammtmuskelmasse in Anspruch genommen werden, um dem Sensorium von dem Grade des Druckes, den sie erleiden, Kenntniss zu geben und um bei überange strengten Organen, in Folge der oft wiederholten Irritationen oder auch der nachfolgenden Compression bei der Steifigkeit der Muskeln, Schmerzen zu veranlassen.

Die mechanischen Verhältnisse der Muskeln sind in trefflicher Weise behandelt in dem Artikel von *Ed. Weber*, aus welchem noch Folgendes hervorgehoben werden mag. Die Grösse der Verkürzung der Muskeln beträgt bei Experimenten an Thieren im Mittel ¾, bei kräftigen Muskeln selbst ⅚. Die Kraft der sich verkürzenden Muskeln hängt *ceteris paribus* nicht von deren Länge, sondern nur von ihrem Querschnitte, d. h. demjenigen aller ihrer Primitivbündel ab, so dass ein langer und ein kurzer Muskel dieselbe Kraft ausüben, wenn die Summe der Querschnitte aller Muskelfasern bei beiden dieselbe ist. Nach *Schwann's* und *Weber's* Beobachtungen mindert sich bei jeder Contraction die Elasticität der Muskeln, und es müssen daher die unter dem Nerveneinflusse zu Stande kommenden Molecularbewegungen in denselben mit einer ganz eigenthümlichen Aenderung ihrer Substanz verbunden sein, welche jedoch gewiss nur als ein Nebeneffect zu betrachten ist. Die Verkürzungen der Muskeln sind verschieden, je nachdem sie mehr oder weniger Widerstand finden. Ist letzterer hinlänglich bedeutend, so kommt es zu keiner eigentlichen Bewegung eines Gliedes, d. h. die Insertions- und Ursprungsstellen eines Beugers z. B. nähern sich nicht, wohl aber tritt eine etwelche Verkürzung der Fasern desselben ein, in Folge welcher der Gesammtmuskel in Spannung übergeht. Diese letztere ist von der elastischen Spannung der Muskeln wohl zu unterscheiden, welche meist viel geringer ist. Was man Tonus der Muskeln genannt hat, beruht in den meisten Fällen nicht auf Contraction, sondern ist elastische Spannung; so halte ich dafür, dass die Stellung des Körpers im Schlafe, der Schluss der quergestreiften Sphincteren während desselben durchaus nicht mit einer Contraction verbunden ist, obschon allerdings eine solche vonnöthen ist, um den Körper in diese Lage zu bringen. Meiner Meinung nach sind im Schlafe alle Muskeln, natürlich mit Ausnahme der Athemmuskeln, im Zustande der Ruhe und nur durch ihre elastischen Kräfte gespannt und einander entgegenwirkend, verhalten sich demnach wie ein unterstützter Muskel am Tage. Wie z. B. ein *Biceps*, wenn er den Arm gebogen, sogleich seine Spannung verlieren kann, wenn der Arm unterstützt wird, so auch alle andern willkührlichen Muskeln, nur muss man nicht vergessen, dass eine solche Muskelruhe auf alle denkbaren Contractionsgrade folgen kann. Auch der contrahirte *Orbicularis oris* kann ruhen und seine lebendige Spannung verlieren. Desswegen wird aber der Mund doch geschlossen bleiben, denn die elastischen Kräfte werden zwar, wie immer, nach einer Contraction eine etwelche Ausdehnung desselben bewirken, aber nicht im Stande sein den Mund zu öffnen, weil sie ungemein gering sind und die Schwere der Lippen nicht zu überwinden vermögen. Ich glaube an

keinen Tonus, wenn man darunter eine auch ohne den Willenseinfluss zu Stande kommende (wenn auch zuerst von demselben angeregte) lang andauernde Contraction eines Muskels versteht, sondern bin der Ansicht, dass das Meiste, was man mit diesem Namen bezeichnet hat, nur elastische Spannung ist, die man mit der Contraction, auf die sie folgte, verwechselte. Nach Allem was wir wissen, sind die Nerven unter normalen Verhältnissen nicht im Stande, eine längere andauernde Contraction quergestreifter Muskeln hervorzurufen, wohl aber fähig, grosse Erfolge zu erzielen, wenn Contraction und Ruhe in gehöriger Weise mit einander wechseln, wie wir dies beim Gehen, Laufen u. s. w., beim Herzen und den Athemmuskeln zu beobachten Gelegenheit haben. Die Bedeutung dieser Auffassung des sogenannten Muskeltonus für die Nervenphysiologie ist einleuchtend genug, aber auch die Pathologie kann von derselben bei Erklärung der Zurückziehung durchschnittener und der Verkürzung der Antagonisten gelähmter Muskeln Nutzen ziehen. Erstere ist, wie *Ed. Weber* richtig angibt, eine Folge der elastischen Kräfte und findet sich, wie ich sehe, nur an ausgedehnten gespannten Muskeln, nicht aber an verkürzten, welche bei der Durchschneidung gerade umgekehrt sich ausdehnen, wie man bei Fröschen leicht beobachten kann. Contractionen durch Nerveneinfluss treten allerdings bei Muskeldurchschneidungen auch ein, allein dieselben sind immer nur local und gehen gleich vorüber, ohne auf die Gestalt der Muskelwunde einen wesentlichen Einfluss zu haben. Die Verkürzungen der Antagonisten bei Lähmungen kommen weder auf Rechnung der elastischen Kräfte der nicht gelähmten Muskeln, da dieselben viel zu gering sind, um auf die Stellung eines Gliedes einwirken zu können, noch auf die des fortdauernden Tonus in denselben, sondern sind einfach Folge der willkürlichen Innervationen der noch wirksamen Muskeln, die, da sie keine Gegenwirkung von Antagonisten finden, die Glieder auf ihre Seite ziehen. Das Andauernde der nun folgenden schiefen Stellung erklärt sich, ohne dass man eine permanente Contraction anzunehmen braucht, leicht, wenn man bedenkt, dass solche Muskeln, deren Antagonisten gelähmt sind, nie mehr elastisch gespannt werden. Lässt z. B. bei der Bleikrankheit die erste Contraction nach Lähmung der Fingerextensoren in den Beugern nach, so werden sich dieselben auch unter den günstigsten Verhältnissen nur so weit ausdehnen, dass sie ihre natürliche Form annehmen, was dann eine halbgebogene Stellung des treffenden Theiles nach sich ziehen muss. Ich fasse demnach auch den bleibenden Zustand der gesunden Gesichtshälfte bei halbseitiger Lähmung des *Facialis*, den der obern Augenlider bei Blepharoptose nicht als durch eine andauernde Contraction bewirkt auf, sondern glaube, dass hier, ausser wenn willkürliche Bewegungen eintreten, vollkommene Muskelruhe da ist. Das Herabhängen des obern Augenlides erklärt sich aus der Lähmung des Levator und aus der Unmöglichkeit des *Orbicularis*, bei seiner Ausdehnung nach vorangegangener Schliessung das obere Augenlid über einen gewissen Punkt zu heben. Ebenso wird die Schiefstellung im Gesicht bewirkt durch die erste willkürliche Contraction nach der Lähmung, auf welche beim Nachlass unmöglich die frühere symmetrische Stellung eintreten kann, weil die entgegenwirkenden Muskeln der andern Seite gelähmt sind und der einfache Nachlass der Contraction und die bei demselben ins Leben tretenden geringen elastischen Kräfte der Muskeln nicht im Stande sind, die Lippen, den Mundwinkel etc. ganz in ihre frühere Lage zu führen. Eine wirkliche Verkrümmung durch andauernde Muskelcontraction kann dem Gesagten zufolge nur durch krankhafte Zustände der Centralorgane zu Stande kommen.

Bei der Untersuchung der Muskeln ist es nöthig, dieselben frisch und mit verschiedenen Reagentien behandelt zu studiren. Muskelprimitivbündel isolirt man am leichtesten an gekochten oder in Spiritus gelegenen Muskeln, an denen man meist auch prächtige Querstreifen findet, ebenso wie nach Behandlung mit Sublimat und Chromsäure. Zum Studium der Querstreifen ist es überdies noch unerlässlich, Muskeln in verschiedenen Zuständen der Ausdehnung und Contraction zu sehen (Fig. 109). Ersteres ist leicht möglich und sehr lohnend, wenn man dünne lange Muskeln,



z. B. die *Hyoglossi* des Frosches u. a., auf einem hölzernen Objectenträger, der in der Mitte ein mit Glas verschlossenes Fenster besitzt, in verschiedenen Spannungszuständen untersucht. Man sieht alsdann beim Mangel jeder Ausdehnung die Querstreifen schmal (von 0,0004''') ganz dicht beisammen und die Bündel breit, bei der grössten Dehnung dagegen dieselben 0,0008''' breit, ebensoweit von einander abstehend und die Bündel schmäler. Contractionen erforscht man theils an frischen noch zuckenden Muskeln, die man mit Serum, Eiweiss, *Humor vitreus* befeuchtet, oder nach *Ed. Weber's* Methode, indem man den zu untersuchenden Muskel, z. B. Bauchmuskeln, dünne Extremitätenmuskeln des Frosches, Hautmuskeln, *Diaphragma* kleiner Säugethiere etc., auf einem Stückchen Spiegelglas, das eine folienfreie Stelle besitzt, mit dem Rotationsapparate galvanisirt. In diesem Falle wird der eine Leitungsdraht durch eine Oeffnung im Objecttisch durchgezogen oder sonst neben demselben so fixirt, dass er unveränderlich den einen Stanniolstreifen berührt. Betrachtet man nun den Muskel bei etwa 100maliger Vergrösserung, während man den zweiten Leitungsdraht an den andern Stanniolstreifen bringt, so sieht man im Momente der Schliessung der Kette die Muskelfasern geradlinig sich verkürzen, dicker werden und ihre Querstreifen sich nähern (siehe Fig. 109, die auch auf einen verkürzten und schlaffen Muskel passt); in diesem Zustande verharren sie dann so lange der Galvanismus einwirkt, bei Unterbrechung des Stromes dagegen verlängern sie sich ebenso rasch als sie sich contrahirten und beugen sich zickzackförmig, wenn der Muskel frei da liegt, nicht aber wenn derselbe durch an Faden befestigte kleine Gewichte gespannt wird, woraus demnach hervorgeht, dass, wenn Zickzackbiegungen im Leben sich finden, was man noch nicht weiss, dieselben nur dann vorkommen können, wenn die Muskeln im Ruhezustande nicht gespannt sind, also z. B. bei einem Beuger, der, nachdem er möglichst auf sein Glied eingewirkt hat, ausruht. Das Sarcolemma ist an Amphibien und Fischmuskeln, namentlich an Spiritusexemplaren, an denen es meist stellenweise weit von den Fibrillen absteht, leicht nachzuweisen, bei höhern Geschöpfen und beim Menschen zeigt es sich zufällig beim Zerzupfen der Bündel, ferner an macerirten und gekochten Bündeln und bei Zusatz von Essigsäure und Alkalien. Ich kann hier besonders *Natron caust.* empfehlen, das in vielen Fällen den Inhalt der Muskelröhren so flüssig macht, dass derselbe in anhaltendem Strome sammt den Kernen aus denselben herausquillt, in welchem Falle dann die Scheiden sehr deutlich zur Anschauung kommen. Nirgends jedoch zeigen sich beim Menschen die Scheiden schöner als bei erweichten, atrophischen, fettig oder anderweitig entarteten Muskeln, und zwar um so mehr, je grösser die Entartung der Fibrillen ist. Die Muskelfibrillen sieht man an frischen Muskeln nur an dem Querschnitte constant und an den Thoraxmuskeln von Insecten, sonst allerdings noch hie und da, jedoch mehr durch Zufall. Künstlich isoliren sie sich leicht an Spirituspräparaten besonders der Perennibranchiaten *(Siredon, Proteus* etc.), durch Behandlung mit Chromsäure *(Hannover)*, durch 8—21 Tage lange Maceration bei 1—8° R. in Wasser, dem, zur Verhinderung der Fäulniss, etwas Sublimat zugesetzt wird *(Schwann)*; auch Maceration in den Mundflüssigkeiten *(Henle)* erlaubt eine leichte Darstellung derselben, wogegen nach *Frerichs (Wagn. Handwörterb. III.* 1. pg. 814) im Magen die Bündel in *Bowman*'sche Discs zerfallen. Die Kerne der Muskelbündel studirt man am besten bei Essigsäurezusatz; durch Natron (siehe vorhin) kann man dieselben isoliren und durch Kali sehr aufquellen machen *(Donders)*. Ueber die Einwirkung verschie-

Fig. 109. Ein Primitivbündel eines Froschmuskels in verschiedenen Zuständen der Ausdehnung, 350 mal vergr. *A*. Das Bündel ausgedehnt und schmal, mit breiten, entfernt stehenden Querstreifen. *B*. Dasselbe beim Nachlass aller Ausdehnung breiter und mit schmalen, dicht stehenden Streifen.

dener Reagentien auf die Muskelelemente vergleiche man noch die Abhandlungen von *Donders* (Holländ. Beiträge) und *Paulsen (Observ. microchem. Dorp.* 1849*)*. Die Gefässe der Muskeln studirt man an frischen dünnen Muskeln und an Injectionen, die Nerven an den kleinsten Muskeln der Menschen, in den Muskeln kleiner Säuger, im Hautmuskel der Brust der Frösche mit und ohne Natronzusatz. Das Perimysium und die Gestalt und Lagerung der Muskelfasern zeigen Querschnitte halb trockner Muskeln sehr hübsch, dasselbe gilt auch von den Sehnenelementen. Die Ansätze der letztern an Knochen und ihre Knorpelzellen an diesen Stellen sieht man leicht, an der Achillessehne z. B., auf senkrechten Schnitten getrockneter Präparate, über ihr Verhalten zu den Muskelbündeln siehe den §. 81. Zur Untersuchung der Knorpelzellen in Sehnen macht man von der Oberfläche derselben Flächenschnitte und behandelt sie mit Essigsäure oder sehr verdünntem Natron. Zum Studium der Entwicklungsgeschichte endlich sind vor allem die nackten Amphibien zu empfehlen und erst in zweiter Linie die Säugethiere.

Literatur der Muskeln. Ausser den beim §. 27 citirten Abhandlungen sind zu berücksichtigen: *G. Valentin*, Artikel „Muskeln" im encyclopädischen Wörterbuche der medicinischen Wissenschaften, Bd. XXIV, St. 203—220, Berlin 1840; *H. R. Ficinus, De fibrae muscularis forma et structura Diss. inaug. Lips.* 1836. 4. *cum tab.; F. Will*, einige Worte über die Enstehung der Querstreifen der Muskeln in Müll. Arch. 1843, pg. 358; *R. Remak*, über die Entwicklung der Muskelprimitivbündel in Fror. N. Not. 1845, Nr. 768; *Ed. Weber*, Art. „Muskelbewegung" in R. Wagner's Handwörterb. d. Phys. Bd. III. 2. Abth. 1846; *Kölliker* in *Ann. d. sc. nat.* 1846; *Dobie, Obs. on the minute Structure and Mode of Contraction of vol. musc. fibre* in *Ann. of nat. hist. III.* 1849; *Lebert, Recherches sur la formation des muscles dans les animaux vertebrès* in *Ann. d. sc. nat.* 1850. *pg.* 205.

Vom Knochensysteme.

§. 88.

Das Knochensystem besteht aus einer grossen Anzahl harter Organe, den Knochen, *Ossa*, von eigenthümlichem, gleichförmigem Baue, welche theils unmittelbar, theils durch Hülfe anderer Gebilde, wie von Knorpeln, Bändern, Gelenkkapseln zu einem zusammenhängenden Ganzen, dem Knochengerüste oder Skelette, *Sceleton*, verbunden sind.

Das Knochengewebe tritt in den Knochen des Menschen hauptsächlich in zwei Formen auf, als festes und als schwammiges *(Substantia compacta et spongiosa)*. Erstere ist nur scheinbar ganz solide und lässt schon für das blosse Auge enge, in verschiedener Richtung sie durchziehende Canälchen erkennen, zu denen die mikroskopische Untersuchung noch eine grosse Zahl feinerer beigesellt. Diese Gefässcanälchen oder Haversischen Canälchen (Markcanälchen der Autoren) fehlen in der schwammigen Substanz, man kann sagen, fast ganz und werden durch weitere, rundliche oder längliche, ohne Vergrösserung sichtbare, mit Mark (bei einigen Knochen durch Venen oder Nerven

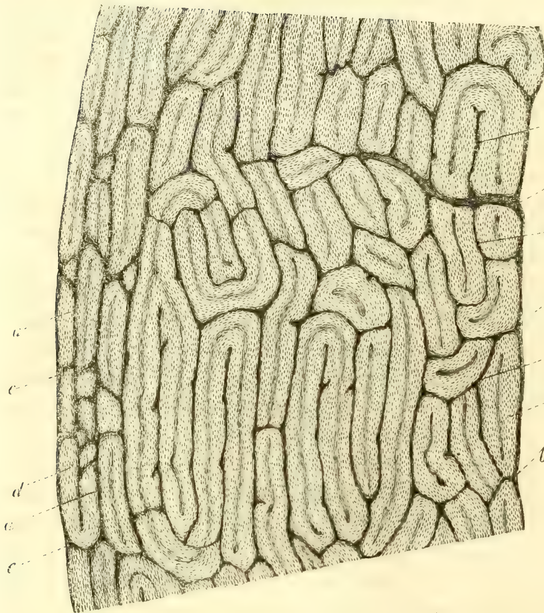
[Schnecke]) erfüllte Räume, die Markräume oder Markzellen *(Cancelli, Cellulae medullares)*, vertreten, welche, alle miteinander anastomosirend, das in geringer Menge vorhandene, in Gestalt von Fasern, Blättchen und Bälkchen netzförmig verbundene Knochengewebe durchziehen. Sind die Räume grösser, so heisst die Substanz *Substantia cellularis,* sind sie kleiner *Substantia reticularis.* Letztere nähert sich an einigen Orten, wo ihre Lücken sehr enge, die Knochenbälkchen stärker werden, compacter Knochensubstanz, ohne jedoch wirklich solche zu werden, und geht an anderen ohne scharfe Grenze in compactes Gewebe über, was jedoch nicht beweist, dass beide Substanzen identisch sind, sondern, wie die Entwicklungsgeschichte lehren wird, einfach davon herrührt, dass sehr häufig die spongiöse Substanz durch theilweise Auflösung compacter entsteht. — Der Antheil, den die beiden genannten Substanzen an der Bildung der verschiedenen Knochen und Knochentheile nehmen, ist ein sehr verschiedener. Nur an wenigen Orten findet sich compacte Substanz für sich selbst ohne Gefässcanäle, so an der *Lamina papyracea* des Siebbeins, einigen Theilen des Thränen- und Gaumenbeins u. s. w. häufiger noch solche mit Gefässcanälchen ohne schwammiges Gewebe, wie bei manchen Individuen an den dünnsten Stellen des Schulterblattes, des *Os ilium,* der Hüftpfanne, der platten Schädelknochen *(Ala magna, parva, Proc. orbitalis Ossis frontis* etc.). Schwammiges Gewebe mit einer dünnen compacten Rinde ohne Gefässcanälchen zeigen die Gehörknöchelchen, die überknorpelten Flächen aller Knochen, vielleicht auch kleinere schwammige Knochen. An allen andern, mithin an den meisten Orten finden sich beide Substanzen vereint, jedoch so, dass bald die schwammige Substanz vorwiegt (schwammige Knochen und Knochentheile) wie in den Wirbeln, Hand- und Fusswurzelknochen, bald die compacte, wie in den Diaphysen der langen Knochen oder, beide sich so ziemlich das Gleichgewicht halten, wie in den platten Knochen.

§. 89.

Feinerer Bau des Knochengewebes. Das Knochengewebe besteht aus einer dichten, meist undeutlich geschichteten und von Gefässcanälen durchzogenen Grundsubstanz und vielen mikroskopischen kleinen Räumen, den Knochenhöhlen (Knochenkörperchen der Autoren) mit sehr feinen hohlen Ausläufern, den Knochencanälchen.

Die Gefässcanälchen der Knochen oder die Haversischen Canäle, *Canaliculi vasculosi s. Haversiani* (Markcanälchen, *Can. medullares* der Autoren) sind feine Röhrchen von 0,01—0,05''' Breite im Mittel, 0,004—0,18''' in den Extremen, die mit Ausnahme der dünnsten Theile der Gesichtsknochen überall in der compacten Knochensubstanz sich finden und in derselben ein weitmaschiges, in der Form dem der Capillargefässe ähnliches Netz bilden. In den Röhrenknochen, auch in den Rippen, dem Schlüsselbein, dem Scham- und Sitzbein, dem Unterkiefer laufen

Fig. 110.



sie vorzüglich der Längsaxe des Knochens parallel und zwar auf dem Flächen- wie auf dem senkrechten Längsschnitte in Abständen von 0,06 — 0,14''' und setzen sich durch quere oder schiefe, sowohl in der Richtung der Radien als dem der Tangenten des Knochenquerschnittes verlaufende Aestchen in Verbindung. Man sieht daher bei kleinen Vergrösserungen in einem Flächen- oder senkrechten Längsschnitte eines solchen Knochens vorzüglich der Länge nach laufende parallele, nahe beisammengelegene Canälchen, hie und da mit Verbindungsästen, wodurch gestreckte, meist rechteckige Maschen entstehen (Fig. 111) und auf dem Querschnitte vorzüglich Querschnitte der Canälchen in ziemlich bestimmten kleinen Abständen (Fig. 112), hie und da, besonders häufig in jüngeren Knochen, mit einem tangential verlaufenden Verbindungsaste und einigen Anastomosen in der Richtung der Radien. Fötale und unentwickelte Knochen (beim Menschen noch bei 18jährigen) zeigen

Fig. 111.



Fig. 110. Segment eines Querschliffes aus der Diaphyse des *Femur* eines 18jährigen Individuums, 25 mal vergr. *a.* Haversische Canäle, *b.* Ausmündung derselben nach innen, *c.* nach aussen, *d.* Knochensubstanz mit Knochenhöhlen; Querschnitte von Gefässcanälchen und Grundlamellen sind hier keine da.

Fig. 111. Haversische Canälchen aus den oberflächlichen Schichten des *Femur* eines 18jährigen Individuums mit Salzsäure behandelt, 60 mal vergr. *a.* Canäle, *b.* Knochensubstanz mit Knochenhöhlen.

auf Querschnitten fast keine quergetroffenen, sondern vorzüglich horizontal in der Richtung der Tangenten und der Radien verlaufende Canälchen (Fig. 110), so dass die Knochen ganz aus kürzeren dicken Schichten zu bestehen scheinen, von denen jede bei näherer Betrachtung als immer zwei Canälchen angehörend sich ergibt, welche Trennung auch durch eine blasse Mittellinie in jeder Schicht angedeutet ist.

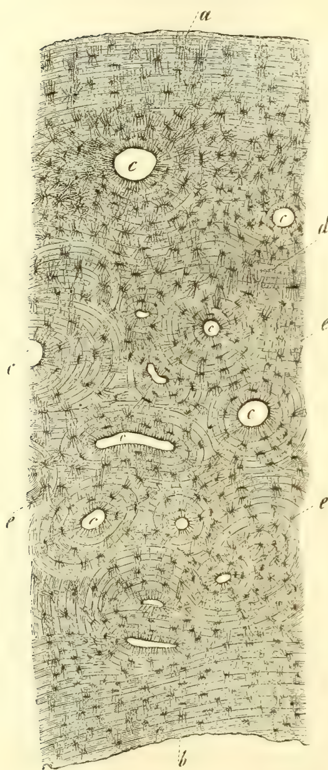
In den platten Knochen verlaufen die Canälchen die wenigsten in der Richtung der Dicke des Knochens, sondern fast alle parallel mit seiner Oberfläche und zwar meist in Linien, welche man als von einem Punkte (*Tuber parietale*, *frontale*, obere vordere Ecke der *Scapula*, Gelenktheil des Darmbeins) pinsel- oder sternförmig nach einer oder mehreren Seiten ausstrahlend sich denken kann, seltener, wie im Brustbein, alle einander parallel. — In den kurzen Knochen endlich ist es meist auch eine Richtung, welche vor der andern vorwiegt, so in den Wirbelkörpern die senkrechte, in der Hand- und Fusswurzel die Längsaxe der Extremität u. s. w., doch ist zu bemerken, dass stärkere Fortsätze dieser Knochen, z. B. die Wirbelfortsätze, oft abweichend und gerade wie die anderer Knochen, z. B. der *Proc. coracoideus, styloideus* etc., d. h. jeder wie ein kurzer Röhrenknochen sich verhalten. Die Blättchen, Fasern und Balken der spongiösen Substanz enthalten nur, wenn sie dicker sind, hie und da Gefässcanäle.

Da die Haversischen Canälchen Gefässcanälchen sind, öffnen sie sich an gewissen Orten und zwar 1) an der äussern Oberfläche der Knochen und 2) an den Wänden der Markhöhlen und Markräume im Innern, allwo man überall feine und gröbere, zum Theil von blossem Auge sichtbare Poren und zwar um so zahlreicher, je dicker die Rinde eines Knochens ist, wahrnimmt. Das Verhältniss der Gefässcanälchen in der *Substantia compacta* zu diesen von aussen und innen eindringenden Canälchen ist jedoch nur theilweise das wie zwischen den Zweigen und Stämmen von Gefässen, nämlich nur in den äussersten und innersten Schichten der Rinde. Im Innern der Rinde stehen die Canälchen selbständig für sich da und lassen sich in morphologischer Beziehung am passendsten mit einem Capillarnetz vergleichen, das an seinen Grenzen an vielen Stellen mit grösseren Canälen in Zusammenhang steht. — Wo Rindensubstanz an schwammige Substanz anstösst, wie innen an den Enden der Diaphysen und im seitlichen Umfange der Apophysen gehen die Gefässcanälchen bald plötzlich, bald ganz allmälig, trichterförmig weiter werdend und häufiger anastomosirend, in engere oder weitere Markräume über, so dass oft zwischen beiden keine scharfe Grenze sichtbar wird. Blinde Endigungen der Gefässcanälchen habe ich noch nirgends gesehen, doch ist sicher, dass dieselben an manchen Stellen auch an der Oberfläche auf grosse Strecken geschlossene Netze bilden müssen, nämlich da, wo keine oder sehr wenige Gefässe in die compacte Substanz eindringen, wie an den Ansatzstellen vieler Sehnen und Bänder, unter manchen Muskeln (Temporalisursprung am Scheitelbein).

§. 90.

Die Grundsubstanz der Knochen ist geschichtet und kommen die Knochenlamellen, *Laminae ossium* (Fig. 112) schon an Schliffen, noch deutlicher an der Kalkerde beraubten, an verwitterten und calcinirten Knochen zum Vorschein, so dass dieselben sich abblättern, und am Knochenknorpel auch mit der Pincette sich darstellen lassen. Dieselben bilden an den Mittelstücken von Röhrenknochen zwei Systeme, ein allgemeines, welches der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen parallel verläuft und viele specielle, die die einzelnen Haversischen Canälchen umziehen, welche Systeme zwar an einigen Orten in directem Zusammenhange stehen, aber doch an den meisten Stellen einander nur apponirt sind und daher füglich als zweierlei betrachtet werden können, welche Auffassungsweise auch durch die Entwicklungsgeschichte theilweise unterstützt wird.

Fig. 112.



Die Lamellen der Haversischen Canälchen (Fig. 112 *c*, 113 *b*) stehen zu mehreren oder vielen concentrisch um dieselben herum, bilden gleichsam deren Wandungen und hängen durchweg miteinander zusammen in ähnlicher Weise, wie etwa die Schichten der Wände stärkerer Gefässe ineinander sich fortsetzen. Die Zahl der zu einem Canälchen gehörenden Lamellen und die Gesammtdicke ihrer Lamellensysteme variirt nicht unbedeutend und steht in keinem ganz constanten Verhältniss zur Weite der Canäle, wie etwa bei den Gefässen, indem oft enge Canäle von vielen Lamellen umgeben sind und weite von wenigen. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die weitesten Canäle dünne Wände, die von mittlerer Stärke dicke und die dünnsten wieder wenig mächtige Hüllen besitzen. Die dünnsten

Fig. 112. Segment eines Querschliffes von einem menschlichen Metacarpus mit concentrirtem Terpentinöl behandelt. 90 mal vergr. *a.* Aeussere Oberfläche des Knochens mit den äusseren Grundlamellen. *b.* Innere Oberfläche gegen die Markhöhle mit den inneren Lamellen. *c.* Haversische Canäle im Querschnitt mit ihren Lamellensystemen. *d.* Interstitielle Lamellen. *e.* Knochenhöhlen und ihre Ausläufer.

Fig. 113.



Wandungen, die ich überhaupt sah, betrugen 0,008—0,02''', die dicksten 0,08—0,1'''. Die Dicke der Lamellen schwankt zwischen 0,002 und 0,005''' und beträgt im Mittel 0,003 bis 0,004'''; ihre Zahl ist in der Regel 8 bis 15, geht aber einerseits bis zu 4 und 5, andrerseits bis zu 18 bis 22.

Die Lamellen der Haversischen Canälchen kommen mit ihren Canälchen bis an die innere und äussere Oberfläche der Diaphysen und stehen hier mit den schon erwähnten allgemeinen Lamellen, den Grundlamellen, *Laminae fundamentales* (Fig. 111), in Verbindung, die eine äussere und eine innere Schicht bilden, und sich auch ausserdem in der Dicke der Diaphysen zwischen die einzelnen Lamellensysteme und die Markcanälchen hineinziehen. Die erstern beiden Lagen, oder die äussern und innern Grundlamellen, laufen der äussern und innern Oberfläche des Knochens parallel, und wechseln, ohne dass sich eine bestimmte Regel erkennen lässt, in ihrer Dicke von 0,02—0,3''', selbst 0,4'''. Die Letzteren oder die interstitiellen Grundlamellen sieht man am deutlichsten, wo die oberflächlichen Grundlamellen entwickelt sind, mit diesen in theilweiser Verbindung und ihnen parallel von aussen und innen eine Strecke weit in die Dicke der Diaphyse eindringen und mit Massen von 0,02—0,12''' zwischen die andern Lamellen sich einschieben (Fig. 112 *d*). Im Innern der *Subst. compacta* dagegen stehen beim Menschen die Systeme der Haversischen Canäle gewöhnlich so dicht, dass von besondern Lamellengruppen zwischen ihnen keine Rede ist, und ergibt sich, was als scheinbar der Oberfläche parallele Lamellen auf Querschnitten hier sich zeigt, fast immer als horizontal verlaufenden Canälchen angehörig; nur selten erscheinen auch hier deutlichere Zwi-

Fig. 113. Ein Stückchen eines Querschliffes der Diaphyse des Humerus, 350 mal vergr. mit Terpentinöl. *a*. Haversische Canäle. *b*. Lamellensysteme derselben, jede Lamelle mit einem helleren und dunkleren Theil und radiären Streifen in letzterem. *c*. Dunklere Linien, die wahrscheinlich grössere Intermissionen in der Ablagerung der Knochensubstanz bezeichnen. *d*. Knochenhöhlen ohne sichtbare Strahlen. Nach einem Präparat von Dr. *H. Müller*.

schenmassen, wie dies bei Säugethieren Regel ist. Die Dicke der einzelnen Lamellen der eben beschriebenen Systeme ist wie bei denen der Haversischen Canäle und wechselt deren Zahl von 10 bis 100.

Bisher war nur von der Diaphyse der langen Knochen die Rede. In den Apophysen der langen Knochen zeigt die dünne Rinde natürlich nur wenige Systeme Haversischer Canälchen, diese jedoch beschaffen wie anderwärts. Die äussern Grundlamellen sind spärlich, innen fehlen dieselben ganz wegen der hier befindlichen spongiösen Substanz. In dieser zeigen die sehr spärlichen Haversischen Canälchen ihre Lamellensysteme wie gewöhnlich nur dünn und der Rest besteht aus einem, je nach der Beschaffenheit des knöchernen Netzwerkes, lamellösen und faserigen Gewebe, welches im Allgemeinen wie die Contouren der Markräume und Markzellen verläuft. Ebenso verhalten sich auch die platten und kurzen Knochen im Innern, während die Rinde derselben nur darin von derjenigen der langen Knochen abweicht, dass die Grundlamellen in den platten Knochen Blätter bilden, welche den beiden Flächen dieser Knochen parallel verlaufen. Die Dicke der Grundlamellen beträgt an Schädelknochen (Scheitelbein) bald innen und aussen gleichviel, nämlich 0,08—0,16''', bald fehlen dieselben an gefässreichen Orten, stellenweise aussen ganz und gehen die Haversischen Lamellen fast bis zur Oberfläche.

Anlangend den feineren Bau der Knochenlamellen, so zeigt ein trockner, polirter, gehörig feiner Knochenschliff, am besten ein Querschliff, abgesehen von den Knochenhöhlen und Knochencanälchen, in den meist nicht besonders deutlichen Lamellen in der Regel eine äussert feine, jedoch sehr deutliche Punktirung, so dass das ganze Knochengewebe granulirt und wie aus einzelnen sehr dicht stehenden, 0,0002''' grossen und blassen Körnchen zusammengesetzt erscheint (Fig. 114) — Setzt man zu einem Knochenschliffe Wasser oder eine leichte Zucker- oder Eiweisslösung, so wird derselbe in einen Zustand versetzt, den er wahrscheinlich auch im Leben darbietet. Die Lamellen treten (auf Quer- u. senkrechten Schnitten) meist klar hervor und ihr körniges Ansehen ist ganz deutlich, jedoch nicht so rein ausgesprochen wie früher. Einmal nämlich zeigt sich neben den Körnchen noch eine dichte blasse Streifung, welche, von den mit Flüssigkeit erfüllten Ausläufern der Knochenhöhlen herrüh-

Fig. 114.

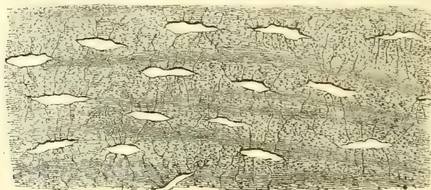


Fig. 114. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffchens von einem Scheitelbein, 350 mal vergr. *a*. Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande mit Flüssigkeit gefüllt, *b*. granulirte Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

rend, in verschiedenen Richtungen durch das Gewebe zieht und dessen Zeichnung complicirter macht und dann erscheinen in jeder Lamelle wie zwei Schichten, eine blasse, mehr homogene und eine dunklere, granulirte, welche letztere auch vorzugsweise streifig ist. Ist dieses Verhältniss klar ausgesprochen, so entstehen äusserst zierliche Bilder, welche an die Durchschnitte gewisser Harnsteine erinnern (Fig. 113). Kennt man dieses Verhältniss einmal von befeuchteten Schliffen her, so gelingt es dann auch hie und da Andeutungen davon in trocknen Präparaten zu finden. Behandelt man einen Knochen mit Salzsäure, so zeigt derselbe auf Quer- und senkrechten Schnitten minder deutliche Körnchen und Streifen (von den Knochencanälchen herrührend), wohl aber den lamellösen Bau recht deutlich, und meist auch an jeder Lamelle zwei Schichten, jedoch lange nicht so ausgeprägt wie in Fig. 113. Auf Flächenschnitten erscheint der Knochen an vielen Stellen fast ganz homogen ohne Spur von Granulirung, an andern treten ein undeutliches körniges Wesen, kleine Pünktchen *(Deutsch)* und daneben noch eine Längsstreifung auf, welche letztere dem Ganzen ein faseriges Ansehen gibt. Hierdurch scheinen manche Autoren bewogen worden zu sein, den Knochen eine Zusammensetzung aus Fibrillen zuzuschreiben, jedoch ganz mit Unrecht, denn wenn auch die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass die ossificirenden Theile zum Theil sehr deutlich faserig sind, so gelingt es doch nicht, an fertigen Knochen etwas der Art nachzuweisen. Dagegen zeigt sich allerdings und zwar besonders am Knochenknorpel der *Subst. compacta* ein grobfaseriges Ansehen, das auch schon von Andern bemerkt wurde und vielleicht von den Faserbündeln des früheren Blastemes herrührt; doch hüte man sich Längsschnitte von Lamellen für solche Fasern zu halten. Verbrennt man Knochen und zerdrückt man die Fragmente davon, so kommen nach *Tomes* kleine eckige Körnchen zum Vorschein, von $^1/_3$ — $^1/_6$ des Diam. menschlicher Blutkörperchen nach *Tomes*, $^1/_{6000}$ — $^1/_{14000}$″ nach *Todd-Bowman*, welche auch beim Kochen derselben im Papinianischen Topfe deutlich werden. Hierauf und auf das granulirte Ansehen frischer Knochen, auf das auch *Tomes* und *Todd-Bowman* aufmerksam machen, gestützt, ferner auf die ungefähr gleiche Grösse der hier zu sehenden Körnchen mit den von *Tomes* dargestellten, endlich auf den Umstand, dass mit Salzsäure behandelte und calcinirte Knochen beide eine vollkommen homogene Substanz ohne Lücken darstellen, lässt sich annehmen, dass das Knochengewebe aus einem innigen Gemenge anorganischer und organischer Verbindungen in Gestalt fest verbundener feiner Körnchen besteht.

§. 91.

Knochenhöhlen und Knochencanälchen, *Lacunae et Canaliculi ossium.* Durch die ganze Knochensubstanz zerstreut, in allen Lamellen sieht man an trocknen Knochenschliffen mikroskopische, kürbiskernartige Körperchen mit vielen feinen verästelten und zum Theil

anastomosirenden Strahlen, welche ihre dunkle, bei auffallendem Licht weisse Farbe nicht Ablagerungen von Kalksalzen verdanken, wie man früher glaubte, wo man dieselben Knochen- oder Kalkkörperchen nannte, sondern einfach einer Füllung mit Luft. In frischen Knochen, die ihrer wässerigen Theile noch nicht beraubt sind, findet man nichts als einen hellen, mit einem Zellenkern versehenen Inhalt in den Knochenhöhlen, der am besten als Ernährungsflüssigkeit der Knochen bezeichnet wird und daher ist es auch am passendsten, die fraglichen Gebilde mit dem angegebenen Namen zu benennen.

Die Knochenhöhlen sind länglich runde, abgeplattete Räume von 0,01‴ mittlerer Länge, 0,004‴ Breite und 0,003‴ Dicke, die sowohl von den Rändern als und namentlich von den Flächen eine grosse Zahl von sehr feinen, 0,0005—0,0008‴ messenden Canälchen, die erwähnten Knochencanälchen, abgeben (Fig. 115, 116 u. 117). Die Knochenhöhlen sind in den beiderlei beschriebenen Lamellensystemen gleich zahlreich und so dicht aneinander gelagert, dass nach *Harting* (l. c. pg. 78) auf 1□mm. 709—1120, im Mittel 910 derselben kommen. Sie liegen meist in den Lamellen drin, aber auch zwischen denselben, und stehen ohne Ausnahme mit ihren breiten Seiten parallel den Oberflächen der Lamellen. Die von ihnen ausgehenden Canälchen durchsetzen in unregelmässigem, oft wirklich gebogenem Verlauf und mehrfach verästelt die Knochensubstanz nach allen Richtungen, gehen jedoch vorzüglich einerseits von den zwei Flächen der Knochenhöhlen aus gerade durch die Lamellen und zweitens parallel mit den Haversischen Canälchen u. s. w. von den beiden Polen der Höhlen ab. Nur an gewissen kleinen Stellen enden dieselben blind, an allen andern Orten anastomosirt ein

Fig. 115.

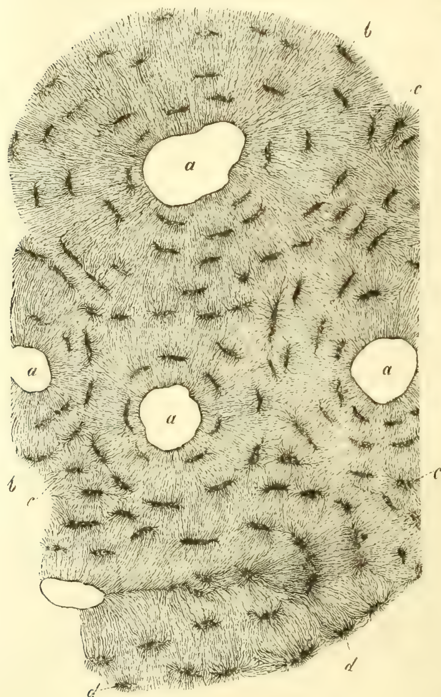


Fig. 115. Aus einem Querschliff der Diaphyse des Humerus, 300mal vergr. *a*. Haversische Canäle. *b*. Knochenhöhlen mit ihren Canälen in den Lamellen derselben. *c*. Knochenhöhlen der interstitiellen Lamellen. *d*. Solche mit einseitig abgehenden Strahlen an der Oberfläche Haversischer Systeme.

Theil von ihnen auf's mannigfachste mit den Poren benachbarter Höhlen, während ein anderer Theil in die Gefässcanälchen, in die Markhöhle und in die Markräume der *Subst. spongiosa* einmündet oder an der Oberfläche des Knochens frei ausgeht. So entsteht ein die ganze Knochensubstanz durchziehendes zusammenhängendes System von Lücken und Canälchen, durch welches der aus den Knochengefässen ausgeschiedene Nahrungssaft auch ins dichteste Gewebe hineingeleitet wird.

Die Knochenhöhlen und ihre Canälchen verhalten sich nicht in allen Theilen der Knochen ganz auf dieselbe Weise. In den Lamellensystemen der Haversischen Canälchen liegen auf dem Querschnitte die länglichen Höhlen ihrer Krümmung wegen wie concentrisch und ihre ausnehmend zahlreichen Poren bedingen eine sehr dichte, radiäre, von dem Gefässcanal ausgehende Streifung (Fig. 115). Die Höhlen sind bald äusserst zahlreich, bald spärlicher; im ersteren Falle sind sie meist ziemlich regelmässig alternirend oder in der Richtung der Radien der Lamellensysteme hintereinander gelagert, manchmal aber auch sehr regellos gestellt, haufenweise beisammen (siehe den unteren Theil von Fig. 115) oder durch grössere Zwischenräume getrennt. Auf Flächen- und Längsschnitten Haversischer Canälchen (Fig. 116) sieht man einmal, wenn der Schnitt mitten durch ein Canälchen geht, die Höhlen als schmale, lange Gebilde reihenweise hintereinander und in mehrfachen Lagen parallel den Markcanälchen mit ebenfalls zahlreichen Poren, die vorzüglich gerade nach innen und aussen (also quer durch die Lamellen), einem kleineren Theile nach parallel der Längsaxe der Canäle abgehen. Trifft der Schnitt die Oberfläche eines Systemes, so bieten sich die Höhlen von der Fläche dar und erscheinen dann von sehr zierlicher

Fig. 116.

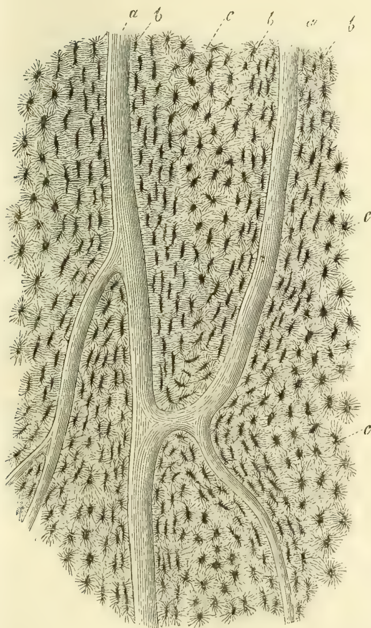
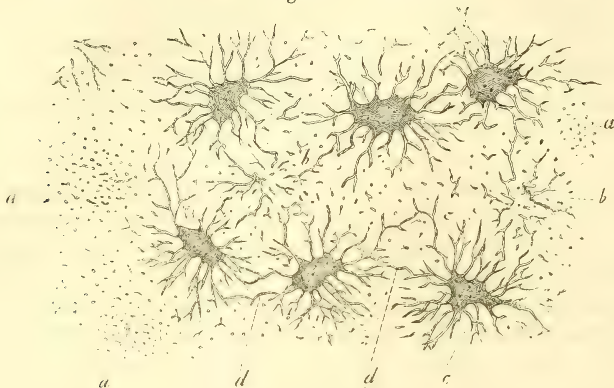


Fig. 116. Flächenschliff aus der Diaphyse eines menschlichen Femur, 100 mal vergrössert. *a.* Gefässcanälchen, *b.* Knochenhöhlen von der Seite, zu den Lamellen derselben gehörend, *c.* solche von der Fläche, aus der Fläche nach angeschliffenen Lamellen.

Gestalt, rundlich oder oval (Fig. 115 *d* u. 117), unregelmässig begrenzt mit einem ganzen Büschel von Poren, die gerade dem Beobachter sich

Fig. 117.



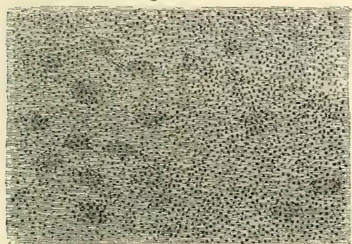
zuwenden und daher mehr oder weniger verkürzt erscheinen, und einer geringeren Anzahl anderer, die in der Fläche der Lamellen sich ausbreiten. Hie und da sieht man auch in den dünnsten Stellen eines Schliffes ein Büschel quer durchschnittener Poren, ohne die dazu gehörige Höhle, was dann demselben ein siebförmiges Ansehen gibt. Die innersten Lacunen eines Haversischen Systems senden die von ihrer innern Fläche ausgehenden Canälchen Alle nach dem Haversischen Canale hin und münden durch sie in denselben aus, wie man auf feinen senkrechten und queren Schliffen mit Luft gefüllter Knochen und an den Wänden der Länge nach angeschliffener Markcanäle deutlich sieht. Von den Rändern und von der äussern Fläche derselben gehen andere Canälchen ab, welche vielleicht hie und da blind enden, vorzüglich aber mit denen der benachbarten, namentlich äusseren Höhlen zusammenmünden. So zieht sich, indem auch die folgenden Höhlen alle miteinander sich verbinden, das Netz von Canälchen und Lacunen bis zur äussersten Lamelle des Systemes, woselbst die Höhlen entweder mit denen benachbarter Systeme oder intermediärer Lamellen sich verbinden oder für sich enden, in welch' letzterem Falle (Fig. 115 *d*) ihre Poren Alle oder wenigstens die meisten und die längsten nach innen, d. h. nach dem Gefässcanälchen zu, von dem die Ernährungsflüssigkeit herkommt, abgehen.

In der interstitiellen Knochensubstanz zwischen den Haversischen Systemen stehen, wenn dieselbe in geringer Menge da ist, die spärlichen, oft nur zu 1—3 vorhandenen Knochenhöhlen mehr unregelmässig und haben auch eine mehr rundliche Gestalt (Fig. 115 *c*); ist die-

Fig. 117. Knochenhöhlen von der Fläche mit den Knochencanälchen aus dem Scheitelbein, 450 mal vergr. Die Pünktchen auf den Höhlen oder zwischen denselben gehören durchschnittenen Canälchen an, oder sind die Mündungen solcher in die Höhlen. *aaa*. Gruppen von Querschnitten von Canälchen, je zu einer Höhle gehörend, die durch den Schliff zerstört wurde.

selbe deutlich lamellös und massenhafter, so liegen die Höhlen auch geordneter mit ihren Flächen parallel denen der Lamellen. Auch die Poren dieser Höhlen verbinden sich untereinander und mit denen benachbarter Systeme. In den äusseren und inneren Grundlamellen endlich stehen die Höhlen alle mit ihren Flächen parallel den Flächen der Lamellen und demnach meist nach innen und aussen gewendet. Auf Querschnitten erscheinen sie gerade wie die der Haversischen Systeme, nur, mit Ausnahme der kleinsten Röhrenknochen, wenig oder fast gar nicht gekrümmt. Senkrechte und Flächenschnitte verhalten sich, wie schon oben beschrieben, mit der Beschränkung jedoch, dass man hier natürlich eine grössere Zahl von Höhlen von der Fläche beisammen sieht und auch das schon erwähnte siebförmige Ansehen, das den Knochen viele Aehnlichkeit mit gewissen Zahnschliffen gibt (Fig. 117), häufiger beobachtet. Die Canälchen dieser Lamellen münden zum Theil wie gewöhnlich mit einander zusammen, zum Theil gehen sie an der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen frei aus (Fig. 118). Wo Sehnen und Bänder an Knochen sich ansetzen, enden vielleicht die Canälchen der äussersten Knochenhöhlen blind, ein Verhältniss, das auf jeden Fall an den überknorpelten Knochenstellen (Gelenkenden, Rippen, Wirbelkörperoberflächen etc.) sich findet. In den Balken, Fasern und Blättern der spongiösen Substanz haben die Knochenhöhlen alle möglichen Richtungen, stehen jedoch mit ihrer Längsaxe derjenigen der Fasern, Balken etc. meist parallel und mit ihren Flächen nach den Markräumen zu gerichtet. Sie anastomosiren auch hier durch ihre Poren und gehen die äussersten mit denselben frei in die Markräume ein.

Fig. 118.



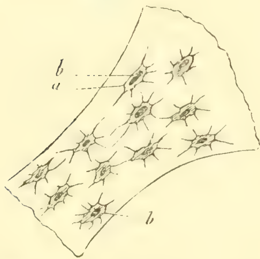
Die Grösse und Gestalt der Knochenhöhlen variiren beim Menschen im Ganzen sehr wenig. Die überwiegende Mehrzahl ist kürbiskernartig oder linsenförmig, einige mehr spindelförmig oder kugelig. Ihre Länge finde ich an gut mit Luft gefüllten Schliffen, an denen ich allein Messungen angestellt habe, 0,01—0,014‴ im Mittel, häufig unter und über den angegebenen Grössen bis zu 0,006 und 0,016‴, selten 0,02, selbst 0,024‴ (Schädelknochen, *Maxilla inferior*). Die Breite, auf Flächenschliffen gemessen, ist 0,003—0,006‴, auf Querschliffen findet man dieselbe zum Theil etwas grösser, bis 0,008‴, selbst 0,01‴, weil die Grenze zwischen den Canälen und Höhlen sich nicht immer scharf bemessen lässt. Die Dicke endlich beträgt 0,003—0,004‴ bei kleineren, 0,002—0,004‴ bei grösseren Höhlen. Rundliche Höhlen messen nach allen Richtungen 0,006—0,008‴. Die Knochencanälchen haben 0,008—0,016‴ mittlere Länge, seltener weniger oder mehr bis zu 0,02‴ und 0,024‴; ihre Dicke ist 0,0004‴ bei den feinsten Enden, 0,0005—0,0008‴ als Mittel,

Fig. 118. Ein Stückchen der Oberfläche des Schienbeines des Kalbes von Aussen gesehen, 350 mal vergr. Die vielen Pünktchen sind die Oeffnungen der Knochencanälchen, die dunklen grösseren undeutlichen Flecken die aus der Tiefe durchscheinenden zu ihnen gehörenden Knochenhöhlen.

0,0008 — 0,001''' an ihrem Ursprung aus den Höhlen. Ihre wahren, auf Flächenschnitten, da wo sie als Löcher erscheinen, sichtbaren Abstände sind 0,0008 — 0,002'''; auf Querschnitten, in denen sie die radiären Streifen erzeugen, stehen sie, weil in mehreren Ebenen zugleich sichtbar, scheinbar etwas dichter, nämlich in Entfernungen von 0,0008 — 0,0012'''. Der Gesammtumfang einer Knochenhöhle, sammt den zu ihr gehörenden Strahlen bildet annähernd eine Kugel von dem mittleren Durchmesser von 0,02—0,034''', wobei jedoch nicht zu vergessen ist, dass einzelne Canälchen über die gewöhnliche Länge der andern hinausgehen, wie ich denn in der That Anastomosen zwischen zwei Höhlen von der Länge von 0,04 — 0,045''' gemessen habe.

Der Inhalt der Knochenhöhlen ist nach den neuern Untersuchungen von *Donders*, *Virchow* und mir sehr ähnlich dem, was die Knorpelzellen im Leben darbieten, nämlich eine helle, wahrscheinlich zähe Flüssigkeit mit einem Zellenkern. Kocht man Knochenknorpel in Wasser oder in *Natron causticum* 1 bis 3 Minuten, so treten diese Kerne oft sehr deutlich hervor, oder erscheinen dunkle Körperchen, die als contrahirter Zelleninhalt sammt dem Kern, analog den Knorpelkörperchen, anzusehen sind. — Eine eigenthümliche Erscheinung ist die, dass durch Maceration der Knochen in Salzsäure, wie *Virchow* zuerst in einem kranken, dann auch in gesunden Knochen, ich im Cemente der Pferdezähne fand, die Knochenhöhlen mit kürzeren oder längeren Ausläufern sich isoliren, und wie selbständige Gebilde nach Art sternförmiger Zellen erscheinen, eine Erscheinung, die einfach darauf zu beruhen scheint, dass die diese Höhlung zunächst begrenzenden Theile resistenter sind und von der Säure minder leicht angegriffen werden als die anderen. Im Pferdecement isoliren sich auch Zellen, die die Knochenhöhlen einschliessen und selbst Haversische Canälchen, der beste Beweis, dass nicht Alles, was so isolirt auftritt, eine morphologische Einheit ist.

Fig. 119.



§. 92.

Beinhaut, *Periosteum*. Unter den Weichtheilen der Knochen ist die Beinhaut einer der wichtigsten. Dieselbe ist eine durchscheinende oder mehr undurchsichtige, leicht glänzende oder weissgelbliche, gefässreiche, dehnbare Haut, welche einen guten Theil der Oberfläche der Knochen überzieht und durch die vielen Gefässe, welche sie in das Innere derselben entsendet, für ihre Ernährung von der grössten Wichtigkeit ist.

Die Beinhaut ist nicht überall gleich beschaffen; undurchsichtig, dick und meist sehnig glänzend ist sie da, wo sie nur von der Haut bedeckt ist oder fibröse Theile wie Bänder, Sehnen, Fascien, die *Dura mater cerebri* mit ihr zusammenhängen; dünn und durchscheinend dagegen, wo Muskelfasern ohne Vermittlung von Sehnen direct von ihr herkommen, ferner an den Diaphysen, wo die Muskeln auf den Knochen nur aufliegen, an der Aussenseite des Schädels *(Pericranium)*, im Wirbelcanale, in der Augenhöhle *(Periorbita)*. Wo Schleimhäute auf Knochen aufliegen, ist die Knochenhaut meist sehr fest mit der bindegewebigen Grund-

Fig. 119. Eine Knochenfaser aus der Apophyse mit deutlich sichtbaren Knochenhöhlen und Kernen. Mit Wasser gekocht und 350 mal vergr.

lage derselben vereint, so dass beide nicht von einander zu trennen sind und eine einzige dickere (am Gaumen, in der Nasenhöhle, an den Alveolen) oder dünnere (*Sinus maxillaris*, Paukenhöhle, *Cellulae ethmoidales*) Haut entsteht.

Die Vereinigung des Periostes mit den Knochen selbst ist bald lockerer und kommt durch einfache Aneinanderlagerung und durch zartere in den Knochen eindringende Gefässe zu Stande, oder inniger und wird durch stärkere Gefässe und Nerven und viele sehnige Streifen bewirkt. Ersteres findet sich vorzüglich bei dünnem Periost und compacter Substanz der Knochen, wie an den Diaphysen, innen und aussen am Schädeldach, an den Sinus des Schädels, letzteres bei dickem Periost und dünner *Subst. compacta,* so z. B. an den Apophysen, bei kurzen Knochen, am Gaumen, an der Schädelbasis.

Den feineren Bau der Beinhaut anlangend, so zeigt die Beinhaut fast überall, mit einziger Ausnahme der Stellen, wo Muskeln direct von ihr entspringen, zwei Lagen, die zwar fest mit einander zusammenhängen, aber doch durch ihren Bau mehr oder minder deutlich sich unterscheiden. Die äussere Lage wird vorzüglich von Bindegewebe hie und da mit Fettzellen gebildet und ist der Hauptsitz der dem Perioste eigenen Gefässe und Nerven, während in der innern Schicht elastische Fasern, gewöhnlich der feineren Art, zusammenhängende oft sehr dichte Netze, eigentliche elastische Häute, in mehreren Lagen übereinander bilden und das Bindegewebe mehr zurücktritt. Nerven und Gefässe kommen in dieser Lage auch vor, allein mehr nur als durchtretende, für den Knochen selbst bestimmte.

Die Stellen der Knochen, die keinen Ueberzug von Beinhaut besitzen sind: 1) die überknorpelten Gelenkenden derselben und alle anderen Stellen, wo Knorpel oder Faserknorpel an den Knochen ansitzen, 2) die Orte, wo Bänder und Sehnen unter einem gewissen Winkel an die Ränder und Flächen von Knochen sich befestigen, so z. B. wo die *Ligg flava, intervertebralia, iliosacra, interossea, teres ossis femoris, patellae* u. s. w., die Sehnen des *Deltoideus*, *Coracobrachialis*, *Popliteus, Iliopsoas, Triceps surae, Quadriceps femoris,* der *Glutaei* u. s. w. sich ansetzen. — An allen diesen Punkten gehen Sehnen, Bänder und Knorpel direct an den Knochen, wie dies zum Theil schon beschrieben wurde und findet man von Beinhaut keine Spur.

§. 93.

Knochenmark. Fast alle grösseren Hohlräume in den Knochen werden von einer weichen, durchscheinenden, gelblichen oder röthlichen, gefässreichen Masse, dem Knochenmark, *Medulla ossium,* eingenommen. In den Röhrenknochen findet sich dasselbe in dem Markcanal und in den Räumen der Apophysen, fehlt dagegen in der compacten Substanz ausser an den grossen Gefässen derselben; platte und kurze Knochen verhalten sich ebenso, nur enthält die Diploe der platten Schädelknochen ausser dem Mark auch grössere Venen, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Dem Gesagten zufolge enthalten diese Ve-

nenräume, die *Canales nutritii*, Haversischen Canäle und die oben bezeichneten Nervencanäle und Lufträume der Knochen kein Mark.

Das Knochenmark erscheint in zwei Formen, als gelbes und rothes. Ersteres findet sich als eine halbweiche Masse, besonders in den langen Knochen und besteht nach *Berzelius* im Humerus des Ochsen aus 96,0 Fett, 1,0 Bindegewebe und Gefässe, 3,0 Flüssigkeit mit Extracten, wie sie im Fleische sich finden, während letzteres in den Apophysen, in den platten und kurzen Knochen, vor Allem in den Wirbelkörpern, der Schädelbasis, dem Brustbein etc. vorkommt und ausser durch seine röthliche oder rothe Farbe und geringe Consistenz, auch durch seine chemische Beschaffenheit sich auszeichnet, indem dasselbe nach *Berzelius* in der Diploe 75,0 Wasser, 25,0 feste Substanz und zwar Eiweiss, Faserstoff, Extracte und Salze, ähnlich denen des Fleisches, und Fett nur in Spuren führt. Den Bau anlangend, so finden sich im Marke, abgesehen von Gefässen und Nerven, Bindegewebe, Fettzellen, freies Fett, eine Flüssigkeit, so wie endlich besondere kleinere Zellen, Markzellen. Bindegewebe und Fett sind überall zu treffen, jedoch in sehr verschiedenen Mengen. Das erstere ist an der Oberfläche der grossen Markmassen der Diaphysen etwas fester, kann jedoch nur uneigentlich als Markhaut, *Membrana medullaris (Endosteum, Periosteum internum*, innere Beinhaut) bezeichnet werden, da dasselbe nicht als zusammenhängende Haut sich ablösen lässt. Im Innern des Markes zeigt sich in schwammigen Knochen fast gar kein Bindegewebe, ausser in den grösseren Ansammlungen derselben, dagegen ist dieses Gewebe in den Diaphysen als ein sehr lockeres und zartes, das Fett enthaltendes und die Gefässe und Nerven tragendes Maschenwerk mit Leichtigkeit nachzuweisen. Seine Elemente sind die des lockeren Bindegewebes (siehe §. 24), jedoch so viel ich sehe, ohne alle elastischen Fasern. Fettzellen von 0,016—0,032''', nicht selten mit einem deutlichen Kerne, trifft man in grosser Menge in gelbem dichterem Marke, ebenso häufig wie im *Panniculus adiposus*, aber meist nicht zu besonderen Läppchen vereint. In zerfliessendem röthlichem Mark wird man sie spärlicher gewahr und in der rothen Pulpe der Wirbelkörper und der platten Schädelknochen zeigen sie sich nur in ganz kleinen spärlichen Häufchen oder ganz vereinzelt, daher die geringe Menge des Fettes in der Diploe nach *Berzelius*. In wassersüchtigem Mark sind diese Zellen oft nur zur Hälfte mit Fett, einem oder mehreren Tröpfchen, gefüllt und ausserdem viel Serum haltend, und bei Hyperämie der Knochen erscheinen sie zum Theil verkleinert, zum Theil spindelförmig ausgezogen. Freie Fetttröpfchen und eine helle oder gelbliche Flüssigkeit sieht man in den weicheren Arten des Markes wohl immer, oft in ziemlicher

Fig. 120.

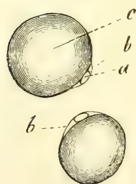


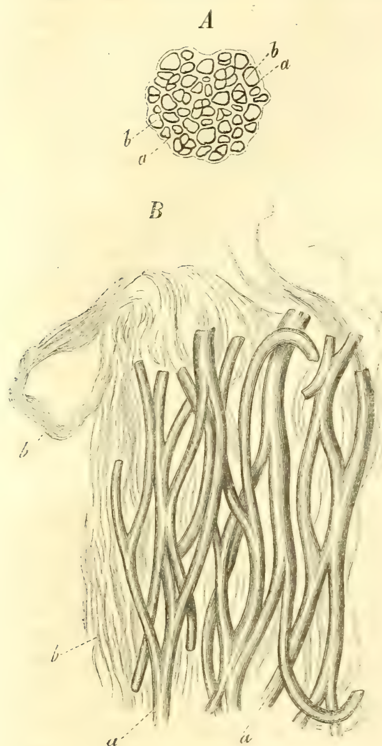
Fig. 120. Zwei Fettzellen aus dem Marke des Femur des Menschen. *a*. Kerne, *b*. Zellmembran, *c*. Fetttropfen, 350 mal vergr.

Menge. Dass die ersteren nicht durch die Präparation aus Zellen frei geworden sind, davon überzeugt man sich leicht, dagegen muss es dahingestellt bleiben, ob dieselben von zu Grunde gegangenen Zellen herrühren oder nicht. Endlich findet man zugleich mit etwas Fluidum in allem rothen oder selbst nur röthlichen Mark, nie in gelbem, kleine, rundliche, kernhaltige Zellen, ganz ähnlich denen von jungem Knochenmark (siehe unten Fig. 132). Diese Markzellen stimmen zwar mit denen überein, welche *Hasse* und ich *(Zeitschrift für rationelle Medicin,* Bd. V.) in hyperaemischem röthlichem Marke von Gelenkenden langer Knochen gefunden haben, sind aber nichts destoweniger in den Wirbeln, den Knochen des eigentlichen Schädels, im Brustbein und in den Rippen eine normale Erscheinung, wogegen sie in den langen und kurzen Knochen der Extremitäten fehlen und in der Scapula, im *Os innominatum* und in den Gesichtsknochen in wechselnder Anzahl sich zu finden scheinen.

§. 94.

Verbindungen der Knochen. *A. Synarthrosis,* Verbindung ohne Gelenke. 1) Bei der Naht, *Sutura,* vereinen sich die Knochen durch einen ganz schmalen häutigen weisslichen Streifen, den manche Autoren fälschlich mit dem Namen Nahtknorpel *(Cartilago suturarum)* belegen. Derselbe ist einfach aus Bindegewebe gebildet, das ähnlich demjenigen der Bänder mit parallelen kurzen Bündeln von einem Knochenrand zum andern geht, und einzig durch die Anwesenheit von vielen kurzen und unregelmässigen, meist länglichen Kernen sich auszeichnet. Sehr deutlich ist dieses Nahtband, wie man es nennen könnte, so lange die Schädelknochen noch wachsen und auch dannzumal weicher und eigenthümlich beschaffen (siehe unten). Mit der Ausbildung des Schädels schwindet dasselbe immer mehr, wird fester und scheint im höheren Alter an vielen Orten, namentlich an den inneren Theilen der Nähte, selbst vor dem völligen Verschwinden derselben, ganz sich zu verlieren.

2) Die Bandverbindung, *Syndesmosis,* kommt durch fibröse und elastische Bänder zu Stande. Die fibrösen Bänder bilden die Mehrzahl der Bänder, sind weiss und glänzend und stimmen in ihrem Bau zum Theil mit den Aponeurosen und Muskelbändern, zum Theil mit den wirklichen Sehnen überein. Elastische Bänder (Fig. 121) sind die *Ligamenta flava* zwischen den Wirbelbogen und das *Ligam. nuchae,* das jedoch beim Menschen bei weitem nicht so entwickelt ist, wie das der Säuger. Die *Ligamenta flava* sind gelbliche, sehr elastische, starke Bänder, deren elastische Elemente in Gestalt 0,0015 — 0,004‴ dicker, rundlich polygonaler Fasern zu einem dichten Netzwerk vereinigt der Längsaxe der Wirbelsäule parallel ziehen und das längsgefaserte



Ansehen der Bänder bewirken. Zwischen diesen Fasern, die weder in Bündeln, noch Lamellen beisammenliegen, sondern in der ganzen Dicke eines gelben Bandes zusammenhängen, findet sich ein im Ganzen genommen spärliches, doch in jedem Präparate nachzuweisendes Bindegewebe in Gestalt lockerer Bündel mit welligem, der Hauptrichtung der elastischen Fasern parallelem Verlauf. Nach *Todd* und *Bowman* (pg. 72) sind auch das *Ligamentum stylohyoideum,* und *Lig. laterale internum maxillae inferioris* vorzugsweise aus stärkeren elastischen Fasern gebildet.

3) Die *Synchondrosis* oder Knorpelhaft, kommt entweder durch Knorpel allein oder durch solchen und faserknorpelige und fibröse Massen zu Wege. Ersteres findet sich beim Erwachsenen nur bei den Rippen und dem Brustbeine, wo jedoch eigentlich nur bei der ersten Rippe eine wahre Synchondrose da ist, indem die 2.—7. Rippe am vordern Ende durch Gelenke mit dem Brustbeine verbunden sind und die falschen Rippen zum Theil ganz frei enden, zum Theil untereinander sich einlenken. Bei der *Symphysis ossium pubis*, der *Synchondrosis sacro-iliaca* und der Vereinigung der Wirbelkörper findet sich unmittelbar am Knochen eine Lage ächter Knorpelsubstanz, welche an den beiden ersten Orten direct, an letztern durch Mithülfe eines faserknorpeligen Gewebes mit der der andern Seite sich verbindet und äusserlich von faserknorpeligen und fibrösen concentrischen Lagen umgürtet wird. Im Innern dieser Verbindungsmassen findet sich an den zwei ersten Orten oft eine Höhle, so dass namentlich die *Synchondrosis sacro-iliaca* auch als eine Art Gelenk angesehen werden kann *(Zaglas)*.

Die *Ligamenta intervertebralia,* Zwischenwirbelbänder oder Bandscheiben, der Wirbelkörper bestehen 1) aus äusseren concentrischen Schichten von Faserknorpel und weisslichem Bindegewebe, 2) aus einer centralen,

Fig. 121. *A.* Querschnitt durch einen Theil des *Lig. nuchae* des Ochsen, 350 mal vergrössert mit Natrou. *a.* Bindegewebe homogen erscheinend, *b.* Querschnitte der elastischen Fasern (von 0,004 — 0,01‴ Durchmesser). *B.* Elastische Fasern *a.* aus einem gelben Band des Menschen, sammt etwas Bindegewebe *b.* zwischen denselben, 450 mal vergrössert.

vorzüglich faserknorpeligen Masse und 3) aus zwei den Knochen unmittelbar aufliegenden Knorpelzellen. Die concentrischen Schichten bestehen aus abwechselnden Lagen von Bindegewebe und von Faserknorpel, welcher letztere schon an frischen Querschnitten als matte gelbliche Streifen, die in Wasser hart und durchscheinend werden, sich zu erkennen gibt und bei der mikroskopischen Untersuchung kleine, reihenweise gestellte, verlängerte Knorpelzellen in einem faserigen Gewebe zeigt, das von Bindegewebe durch eine grössere Steifheit, den Mangel deutlicher Fibrillen, grosse Resistenz in Alkalien und Essigsäure und den gänzlichen Mangel von elastischen Fasern sich unterscheidet.

Die weisslichen Lagen der äusseren Schichten können, obschon ihre Fibrillen etwas starrer sind als die gewöhnlicher Bänder und Sehnen, weniger leicht zerfasern und nur wenige Spindelzellen und häufig gar keine feinen elastischen Fasern zwischen sich haben, doch bis auf Weiteres als Bindegewebe betrachtet werden. Dieselben bilden $\frac{1}{3}$ — $\frac{5}{4}'''$ und darüber dicke, geschlossene Kreise oder Segmente von solchen und setzen, mit den etwas dünneren und ebenfalls häufig nicht ganz geschlossenen Ringen des Faserknorpels abwechselnd und fest mit ihnen verbunden, die grössere Hälfte der Zwischenwirbelbänder zusammen. Die Fasern der beiderlei Lagen gehen im Allgemeinen von oben nach unten, doch stehen dieselben ohne Ausnahme schief und so, dass sie in den verschiedenen Lagen sich kreuzen. Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass die einzelnen Lagen selbst wiederum einen mehr oder minder deutlich blättrigen Bau erkennen lassen, in der Weise, dass die Blätter in den Bindegewebspartieen ebenso verlaufen, wie die Schichten selbst, in den faserknorpeligen Theilen dagegen mehr in der Richtung der Radien einer Bandscheibe stehen.

Die weichere centrale Masse der *Lig. intervertebralia* oder der Gallertkern der Autoren ist nicht wesentlich von den eben beschriebenen Theilen verschieden, denn auch hier finden sich noch Bindegewebslagen, nur treten dieselben gegen den Faserknorpel immer mehr zurück und sind auch nicht so deutlich abgegrenzt. Je weiter nach dem Centrum, um so mehr verwischt sich jede Spur einer Abwechslung verschiedener Schichten und einer concentrischen Anordnung derselben, das Ganze wird durchscheinend, weich, endlich fast homogen. Das Mikroskop ergibt vorwiegend Faserknorpel mit grossen (0,012—0,024'''), oft ineinander eingeschachtelten Zellen (Fig. 122), deren, wie schon *Henle* sah, durch concentrische Schichten gleichmässig verdickte Wände oft nur noch eine kleine Höhle mit geschrumpftem Kerne einschliessen, ferner kleinere, oft wie in Auflösung begriffene Zellen isolirt oder in Haufen beisammen, endlich eine undeutlich faserige oder granulirte, oft wie in Zersetzung begriffene Grundsubstanz und viel Flüssigkeit in grösseren und kleineren Maschenräumen derselben. Die mittleren Theile dieser Fasermassen gehen in eine dünne harte gelbliche Lamelle wirklicher Knorpelsubstanz mit verdickten, zum Theil mit Kalkkrümeln belegten Zellen über, welche nicht unähnlich einem Gelenkknorpel, jedoch minder fest am Knochen adhärirt Weiter nach aussen findet sich zwar auch noch Knorpelsubstanz in Gestalt

Fig. 122.

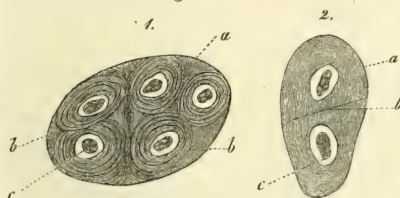


Fig. 122. Zellen aus dem Gallertkern der *Lig. intervertebralia*. 1. Grosse Mutterzelle *a*, mit einer Scheidewand, von zwei Tochterzellen der ersten Generation herrührend, und fünf Tochterzellen *b* der zweiten Generation mit concentrisch verdickten Wänden und geschrumpften Kernen *c* in den kleinen Zellenhöhlen. 2. Mutterzelle *a* mit zwei durch eine zarte Scheidewand *b* getrennten Tochterzellen, die bei gleichmässig verdickten Wänden eine kleine Höhle und geschrumpften Kern *c* enthalten.

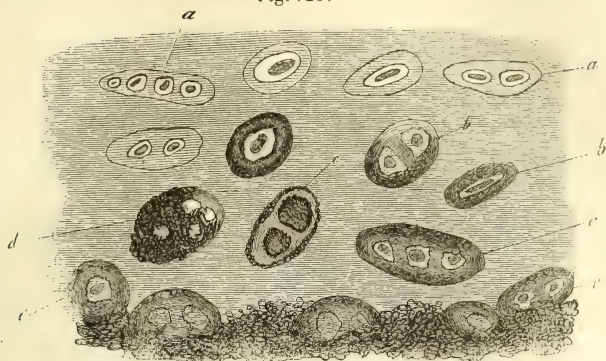
isolirter Scheibchen oder Partikelchen, die wie es scheint, vorzüglich mit den faserknorpeligen Theilen in Verbindung stehen, und zwischen denselben zeigt sich Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, wie in den Ansätzen der Sehnen an Knochen (siehe §. 81). Die diesem Theile der Bandscheiben entsprechenden äusseren Theile der Wirbelkörperfläche sind im Gegensatze zu den inneren nach dem Ablösen der Bänder wie porös, mit frei zu Tage liegendem Mark; die Knorpelscheibchen sind es, die die Poren schliessen, während das Fasergewebe mit senkrecht stehenden Fasern an die Knochensubstanz zwischen denselben sich anschliesst.

Zwischen dem Kreuzbein und Steissbein und den einzelnen Steissbeinwirbeln finden sich sogenannte falsche Zwischenwirbelbänder, die aus einer mehr gleichmässigen faserigen Masse ohne Gallertkern bestehen. Die einzelnen Kreuzbeinstücke besitzen früher wahre Zwischenwirbelbänder zwischen sich, die später von aussen nach innen verknöchern, jedoch so, dass man noch bei Erwachsenen häufig Spuren des Bandes in der Mitte sieht. — Die Bedeutung der Fasern der Zwischenwirbelbänder anlangend, so ist *Donders*, besonders auch der chemischen Verhältnisse wegen, geneigt, dieselben fast alle nicht für Bindegewebe, sondern für der Grundsubstanz von wahren Knorpeln analog zu halten, ebenso *H. Meyer* (pg. 300 u. fg. u. 310). Es mag dies für den centralen Kern und die faserknorpeligen Schichten der äusseren Theile richtig sein, kaum aber für die reinfaserigen Theile der letzteren. Uebrigens glaube ich, dass hier nicht die Chemie, sondern die Entwicklungsgeschichte den Ausschlag geben wird, indem zwischen Bindegewebsfibrillen, die aus Zellen sich entwickeln und faseriger Intercellularsubstanz vom genetischen Standpunkte aus sehr in die Augen springende Differenzen vorkommen, während vielleicht die Chemie nicht im Stande ist, beide von einander zu unterscheiden. — Die *Lig. intervertebralia* sind mannigfachen Entartungen unterworfen; sie verknöchern von ihren Knorpellamellen aus vielleicht unter Schwund der eigentlichen Fasersubstanz, oft bis zur Anchylose zweier Wirbel; sie atrophiren, werden brüchig und zerfallen entweder im Kern oder sonst in umschriebenen Stellen in einen schmutzi- Brei; endlich scheinen auch, obgleich sie normal keine Gefässe enthalten, doch solche krankhafter Weise in ihnen sich entwickeln zu können, wenigstens findet man nicht selten in kleinen Stellen meist nahe am Knochen oder in Verbindung mit demselben Blutergüsse in ihnen.

Bei der Symphyse der Schambeine besteht die Knorpellage, die in den mittleren und vorderen Theilen der Fuge am dicksten ist, und durch eine äusserst unebene Fläche mit dem Knochen sich verbindet, jederseits in einer Dicke von ½ bis 1‴ aus wahrer Knorpelsubstanz mit homogener feinkörniger Grundmasse und einfachen Mutterzellen, von 0,01 — 0,024‴ Grösse. In der Mitte wird die Grundsubstanz weicher und faserig und hier findet man auch, wie es scheint, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte, hie und da eine unregelmässige enge Höhlung mit unebenen Wänden und etwas schmieriger Flüssigkeit, die offenbar einer Auflösung der innersten Knorpellagen ihren Ursprung verdankt, von welcher deutliche Spuren auch an den sie begrenzenden Knorpeltheilen wahrzunehmen sind. Die äusseren Lagen der Symphyse, die bekanntlich vorn und oben am entwickelsten sind, gehen, die alleräussersten rein bindegewebigen Lamellen abgerechnet, nicht direct vom Knochen aus, sondern vereinen eigentlich nur die äusseren Theile der beschriebenen Knorpellagen, und bestehen vorzüglich aus einer allem Anscheine nach mit dem Bindegewebe identischen, hie und da Knorpelzellen haltenden Fasermasse.

Die Bildung der sogenannten Knochenkörperchen lässt sich an der Symphyse vielleicht schöner als sonst wo, rhachitische Knochen abgerechnet, verfolgen (Fig. 124). Immer trifft man nämlich am Knochenrande derselben halb in den Knorpel hineinragende oder ganz in demselben liegende isolirte kernhaltige Knochenkörperchen oder Knochenzellen mit homogenen und (von Kalksalzen) granulirten Wänden von 0,012 — 0,016‴ Grösse, bei denen in Betreff ihrer Entwicklung bei Betrachtung der zunächst liegenden Knorpelzellen, die alle mehr oder minder verdickte Wände und Anfänge von Kalkablagerungen zeigen, nicht die leisesten

Fig. 123.



Zweifel bleiben. Auch prächtige, halb und ganz ossificirte Mutterzellen von solchen, mit 2 Tochterzellen und 0,015—0,03‴ Grösse, bis zu solchen mit 10 u. 20 eingeschlossenen Zellen und einer Länge von 0,05‴ werden fast in jedem Präparate deutlich.

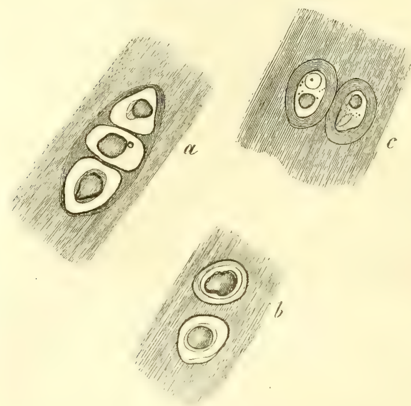
Die *Synchondrosis sacro-iliaca* wird durch eine platte, ¾—1⅓‴ dicke Knorpellage vermittelt, welche mit den *Superficies auriculares* der betreffenden Knochen fest vereint und zwischen denselben ausgebreitet ist. Die Knorpelzellen sind in der Nähe der Knochen abgeplattet, mit ihren Flächen gegen dieselben gerichtet und zeigen schöne Uebergänge in halb und ganz isolirte, am Rande des Knochens befindliche Knochenzellen. Hier im Innern findet sich, nach Zaglas constant, eine spaltenförmige Höhle, die die Knorpellagen beider betreffenden Knochen vollständig oder fast vollständig von einander scheidet. Dieselbe enthält etwas Synovia-ähnliche Feuchtigkeit und ist von glatten und ebenen Wänden begrenzt, die durch ihre grössere Härte und auch durch ihren Bau von den übrigen Knorpeltheilen sich unterscheiden. Die Grundsubstanz derselben ist in der Richtung der Fläche feinfaserig, die Zellen alle sehr gross (bis zu 0,035‴), mit vielen Tochterzellen und ungemein verdickten Wänden, so dass die Zellenhöhlen auch der Tochterzellen oft ausnehmend verkleinert erscheinen, ohne jedoch von Porencanälchen oder Ablagerungen von Kalksalzen eine bestimmte Andeutung zu zeigen.

Die Rippenknorpel sind von einem festen, aus Bindegewebe und vielen elastischen Elementen bestehenden Perichondrium überzogen, welches einerseits am Sternalende in Verbindung mit den hier befindlichen Synovialhäuten beginnt, andrerseits ins Periost der Rippen continuirlich übergeht. Der durch eine rauhe Oberfläche mit dieser Haut verbundene Knorpel ist bedeutend fest, jedoch elastisch, blassgelb oder in feinen Schnitten bläulich durchscheinend, im Innern fast immer an einzelnen Stellen gelblichweiss, mit Seidenglanz. Seine Grundsubstanz zeigt an den letzeren Orten einen faserigen Bau, an den übrigen ein fein granulirtes Aussehen; von den Zellen sind die äussersten in einer Schicht von 0,06 — 0,1‴ länglich, abgeplattet, der Oberfläche parallel, meist klein (bis 0,006‴), zum Theil auch grösser, mit einigen oder selbst vielen hintereinander liegenden Tochterzellen erfüllt; weiter nach innen werden dieselben, ohne ihre abgeplattete Gestalt ganz zu verlieren, grösser (0,03—0,05‴ die meisten), länglichrund und rundlich und stehen mit ihren Flächen nach den Knorpelenden zugewendet, mit ihrer Längsaxe meist in der Richtung der Radien der Querdurchschnitte der Rippen, in manchen Fällen freilich auch

Fig. 123. Knochenrand gegen den Knorpel von der Symphyse des Mannes, 350 mal vergr. *a.* Knorpelzellen mit verdickten Wänden, *b.* solche in der Ossification begriffen, *c.* fast ossificirte Zellen mit homogenen Wänden frei in der Grundsubstanz des Knorpels, *d.* eben solche mit Kalkkrümeln, *e.* ossificirte Zellen am Rande der Kalkkrümel enthaltenden Grundsubstanz des Knochens, halb hervorragend.

unregelmässig nach verschiedenen Seiten zu. Die grössten Zellen (bis zu 0,08''', selbst 0,1''') finden sich in den faserigen Stellen und zwar führen dieselben, wie überhaupt alle inneren Zellen, Tochterzellen in verschiedener, oft sehr beträchtlicher (bis zu 60, *Donders)* Zahl. Was die Elemente der Rippenknorpel besonders charakterisirt, ist das reichlich in ihnen enthaltene Fett. In allen Zellen nämlich, mit Ausnahme der oberflächlichsten, finden sich bei Erwachsenen grössere oder kleinere (von 0,0016—0,008'''), bald kreisrunde, bald mehr unregelmässige Fetttropfen, welche die Zellenkerne häufig so umgeben, dass von ihnen nichts mehr zu sehen ist (Fig. 124 *a b*), wesshalb man, jedoch nicht ganz richtig, angenommen hat, dass das Fett in diesen seinen Sitz habe. — Der Knorpel am grossen Horn des Zungenbeines und zwischen dem Körper und grossem Horn und die inconstanten Knorpelanhänge am *Proc. styloideus* weichen in Nichts von den Rippenknorpeln ab, nur dass ihre Knorpelzellen nicht immer grössere Fetttropfen führen.

Fig. 124.



Die Rippenknorpel verknöchern im höhern Alter ungemein häufig, doch ist diese Ossification, ebenso wie die Zerfaserung ihrer Grundsubstanz, nicht als etwas ganz normales zu betrachten und mit der gewöhnlichen Ossification nicht auf eine Linie zu stellen. Die Verknöcherungen sind bald beschränkter, bald ausgebreiteter. Im ersten Fall kommt es häufig nicht weiter als bis zu Incrustationen der Knorpelzellen und ihrer faserig gewordenen Grundsubstanz; im letzteren (und auch oft im ersteren) geht der Ossification die Bildung von Hohlräumen im Knorpel und eines Knorpelmarkes mit Gefässen in demselben voraus, welche theils mit denen des Perichondrium, theils mit denen der Rippen zusammenhängen, und ist die Knochensubstanz normaler ähnlicher, doch fast immer dunkler, minder homogen und mit wenig ausgebildeten, oft krümliche Niederschläge enthaltenden Knochenhöhlen. Unter dem Namen Knorpelmark versteht man die an der Stelle des Detritus, der beim Auflösen der Knorpelsubstanz entsteht, tretenden Markzellen, Fettzellen, Bindegewebsbündel und Gefässe, welche mit denen sich entwickelnder fötaler Knochen so zu sagen ganz übereinstimmen und in ossificirenden Rippen- und Kehlkopfsknorpeln leicht zu beobachten sind.

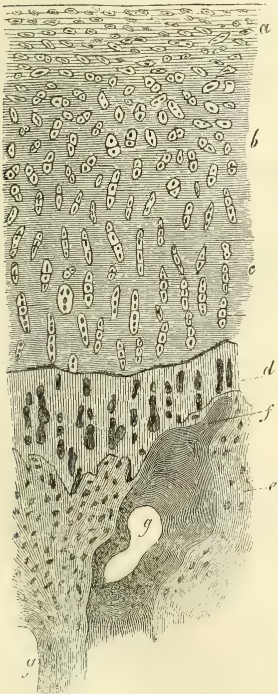
§. 95.

B. Gelenkverbindung, *Diarthrosis.* Die Gelenkenden der Knochen oder die sonst an einem Gelenk sich betheiligenden Flächen derselben sind ohne Ausnahme mit einer dünnen Knorpellage überzogen, welche in der Mitte an den sich berührenden Flächen von ziemlich gleichmässiger Dicke ist, weiter nach aussen allmälig dünner wird und endlich

Fig. 124. Knorpelzellen des Menschen, 350 mal vergr. *a.* Mutterzelle mit drei fetttropfenhaltenden Tochterzellen aus einem Rippenknorpel. *b.* Zwei Zellen von ebendaher, deren Fetttropfen von einem blassen Saum umgeben ist. *c.* Zwei Zellen mit verdickter Wand aus dem Knorpel am grossen Horn des Zungenbeins, die neben dem Fetttropfen einen deutlichen Kern führen.

ganz scharf ausläuft. Dieser Gelenkknorpel, *Cartilago articularis*, sitzt mit einer rauhen vertieften oder gewölbten Fläche fest an dem Knochen an, ohne durch irgend welche dazwischen gelegene Theile mit ihm sich zu vereinen und ist an der entgegengesetzten Seite in den meisten Gelenken grösstentheils ganz nackt und nach der Gelenkhöhle zugewendet, zum Theil von einer besonderen Faserhaut, einem Perichondrium, überzogen, das als unmittelbare Verlängerung des Periostes über einen meist nur geringen Theil des Knorpels sich hinzieht und dann ohne scharfen Rand allmälig endet. — In einigen Gelenken (Schulter-, Hüftgelenk) finden sich zur besseren Umschliessung der Gelenkköpfe besondere Knorpellippen, *Labra cartilaginea*, in Gestalt fester, gelblichweisser Faserringe, die mit breiterer Basis am Rande des Gelenkknorpels unmittelbar am Knochen, zum Theil auch auf dem Knorpel aufsitzen, zugeschärft, grösstentheils frei und unbedeckt von der Synovialhaut oder einem Epithel in's Gelenk hineinragen und aussen mit dem Periost und der Synovialkapsel zusammenhängen.

Fig. 125.



Mit Rücksicht auf den feineren Bau der eben beschriebenen Theile, so zeigt der Gelenkknorpel am ausgebildeten Knochen (Fig. 125) unter normalen Verhältnissen eine durchweg feinkörnige, zum Theil fast homogene Grundsubstanz und in dieser zarte Knorpelzellen, die an der Oberfläche zahlreich und platt, mit ihren Flächen derselben parallel liegen, weiter nach innen länglichrund oder rundlich und spärlicher werden und nach verschiedenen Richtungen durcheinander stehen, am Knochenrande endlich, länglich von Gestalt, senkrecht auf denselben gerichtet sind. Diese Zellen haben alle deutliche, namentlich nach Essigsäurezusatz von der Grundsubstanz leicht unterscheidbare Wandungen, einen hellen, manchmal granulirten, jedoch wenig fetthaltigen Inhalt und bläschenförmige Kerne; sie stehen isolirt oder in Gruppen und führen sehr häufig zwei, vier oder selbst noch mehr Tochterzellen, welche bei den platten Zellen nebeneinander, bei den

Fig. 125. Gelenkknorpel eines menschlichen Metacarpus senkrecht durchschnitten, 90 mal vergr. *a.* Oberflächlichste platte Knorpelzellen, *b.* mittlere rundliche, *c.* innerste senkrecht und in kleinen Reihen stehenden Zellen, *d.* äusserste Schicht des Knochens mit ossificirter faseriger Grundsubstanz und dickwandigen, hier durch Luft dunklen Knorpelzellen, *e.* wirkliche Knochensubstanz, *f.* Enden der Markräume der Apophyse, *g.* Markraum.

länglichen reihenweise stehen. Am Kopf des Unterkiefers wie am Schläfenbein findet man, so lange der Knochen nicht ausgebildet ist, eine mächtige Lage ganz ausgezeichneter Knorpelzellen, gegen die Gelenkhöhle zu von einer Bindegewebslage überzogen. Diese Knorpellage schwindet, je mehr der Knochen seiner Ausbildung sich nähert und am Ende bleibt unter der relativ und absolut dicker gewordenen Bindegewebslage nur noch eine ganz dünne und durchscheinende Schicht, deren Elemente, obschon morphologisch nicht wirkliche Knochenzellen und auch nicht ossificirt, doch denselben näher zu stehen scheinen als den Knorpelzellen.

Die Knorpellippen der Gelenke bestehen vorzüglich aus Bindegewebe, enthalten jedoch ohne Ausnahme einzelne Knorpelzellen von runder oder länglicher Gestalt, mit mässig dicker Membran, deutlichem Kern und hie und da Fettkörnchen. Mutterzellen sah ich hier noch nicht, dagegen findet man nicht selten jene schon beim Muskelsysteme (§. 82) erwähnten, reihenweise gestellten Zellen, welche man für Knorpelzellen anzusprechen geneigt ist, obschon ihre Kerne die evidentesten Uebergänge in Kernfasern zeigen. Gelenkknorpel führen ausser während der Entwicklung, worüber unten das Nähere zu finden ist, keine Nerven und Gefässe. Die Knorpellippen sind nerven- und gefässlos.

Eine besondere Erwähnung verdient das Verhalten des Knochens unter den Gelenkknorpeln. Derselbe besteht nämlich an fast allen Gelenken unmittelbar am Knorpel aus einer Lage nicht vollkommen ausgebildeter Knochensubstanz und erst weiter nach innen aus dem bekannten Gewebe (Fig. 125). Die erwähnte Lage von 0,04—0,16''', im Mittel 0,12''' Dicke besteht aus einer gelblichen, meist faserigen, knochenharten und wirklich verknöcherten Grundsubstanz, enthält jedoch keine Spur von Haversischen Canälchen oder Markräumen und ebenso keine ausgebildeten Knochenhöhlen. Statt der letzteren trifft man rundliche oder längliche, oft in Häufchen oder Reihen beisammenstehende Körperchen, grössere von 0,016—0,024''' Länge, 0,006—0,008''' Breite und kleinere von 0,006—0,008''' Länge, 0,004—0,005''' Breite, welche an Knochenschliffen ein ganz dunkles Ansehen darbieten und daher für mit Kalkkrümeln gefüllte Knochenkörperchen gehalten werden könnten, wie es neulich *H. Meyer* (l. c. pg. 325 u. 326) begegnet ist. Durch Zusatz von Terpentinöl, welches jedoch schwer eindringt, entgeht man diesem Irrthum, und findet man, dass, wie bei wirklichen Knochenkörperchen trockner Knochen, das dunkle Ansehen nur von Luft herrührt, und dass die fraglichen Gebilde nichts als dickwandige, noch mit Inhalt (Fett, Kernen) versehene, hie und da Andeutungen von Porencanälchen zeigende und vielleicht auch theilweise verkalkte Knorpelzellen, mit anderen Worten unentwickelte Knochenzellen sind. Die diese Zellen führende Schicht, welche gegen den Knorpel durch eine gerade, hie und da von Kalkkrümeln dunkle Linie und gegen den wahren Knochen durch eine buchtige Contour, an der man oft wie die Grenzen der einzelnen Knochenzellen unterscheidet, sich abgrenzt, findet sich weder ausschliesslich bei noch nicht ganz ausgebildeten Knochen, wie *Gerlach* glaubt, noch blos im späteren Alter (vom 30sten Jahre an und besonders bei Greisen), wie *H. Meyer* meldet, sondern, wie ich wenigstens sehe, in allen Altern von der vollendeten Entwicklung der Knochen an ganz constant in allen Gelenken, mit Ausnahme des Kiefergelenkes und der Gelenke am Zungenbein.

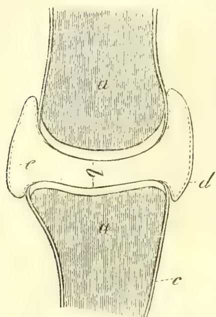
Der Gelenkknorpel misst bei einem 25jährigen Manne am Oberschenkelkopf 1 — 1¼''', an den Condylen in der Mitte 1¼''', am Rand ¾ – 1''', in der *Fovea pa-*

tellae 1½—1¾‴, in der Mitte der Condylen der *Tibia* 1½‴, an den Rändern derselben ½—¾‴, in der Mitte der *Patella* 1½—1¾‴, in der *Cavitas glenoidea tibiae* ½—¾‴, am Körper des Sprungbeines oben ⅗‴, unten ½‴, am Kopfe desselben ⅗‴, an der Basis des ersten Mittelfussknochens ⅓—½‴, am Kopfe desselben ⅓‴, am ersten Keilbein vorn ⅓—½‴, hinten ½—¾‴. — Beim Fötus aus der Mitte des Fötallebens sollen nach *Toynbee (Phil. Transact.* 1841*)* die Gefässe der Synovialhaut viel weiter auf den Gelenkknorpel übergehen, wovon ich jedoch am Humerus von 5—6 monatlichen Früchten und auch bei Neugebornen mich nicht überzeugen konnte. — In pathologischen Fällen kommen Zelleneinschachtelungen ungemein ausgebildet vor, so namentlich bei sammtartigen Gelenkknorpeln, wo die Mutterzellen mit 1 oder 2 Generationen von Zellen und oft von sehr bedeutender Grösse, auch fetthaltig, ziemlich frei in faseriger Grundsubstanz liegen und leicht sich isoliren lassen (vergl. auch *Ecker* in *Roser* und *Wunderlich's Arch.*, Bd. II, 1843 pg. 345). Die Gelenkknorpel sind beim Erwachsenen gefässlos, doch entwickeln sich die Gefässe an ihren Rändern von der Synovialhaut aus oft weiter über sie herüber. Was *Liston (Medico-chirurg. transact. V. Lond.* 1840, pg. 94) als pathologisch entwickelte Knorpelgefässe beschreibt, die vom Knochen aus in parallelen Linien in den Knorpel hineingehen und dann nahe an der Oberfläche Schleifen bildend umkehren, sind gewiss nur die normalen Gefässe der Knorpel gewesen, die (siehe unten) auch noch bei 18jährigen Individuen sehr schön sich finden. Von einer Entzündung der Knorpel kann demnach bei Erwachsenen keine Rede sein, wohl aber leiden dieselben bei krankhaften Zuständen ihrer Knochen oder Entzündungen der Synovialhaut, zerfasern sich oft mit gleichzeitiger Dickenzunahme, da *Cruveilhier (Dict. de méd. et de chir. prat. III.* 514) die Fasern bis zu 6‴ Länge sah, was die normale Dicke der Gelenkknorpel weit übersteigt, nutzen sich leichter ab und schwinden selbst ganz (bei Eiterungen im Knochen oder in den Gelenken), so dass die Knochen frei stehen; auch erleiden sie partielle Substanzverluste, so dass geschwürähnliche Lücken, die ebenfalls bis zum Knochen dringen oder von demselben ausgehen, sich bilden.

§. 96.

Die Gelenkkapseln, *Capsulae s. Membranae synoviales*, sind keine geschlossenen Kapseln, sondern kurze weite Schläuche, welche mit zwei offenen Enden sich an die Ränder der Gelenkflächen der Knochen anlegen und dieselben so verbinden. Dieselben sind eigentlich mehr oder weniger zarte, durchscheinende Häute, werden aber an vielen Orten von äusserlich an ihnen gelagerten Faserschichten, den sogenannten fibrösen Kapseln, so fest und vollständig überzogen, dass sie für die oberflächliche Besichtigung das Ansehen ziemlich derber Kapseln annehmen. Diese fibrösen Lagen finden sich besonders da, wo keine oder wenige Weichtheile die Gelenke schützen, oder wo eine sehr feste Vereinigung erzielt werden soll (Hüftgelenk), fehlen dagegen meistens oder sind unentwickelt, wo Muskeln, Sehnen und Bänder an Gelenken anliegen oder wo besonderer Zwecke wegen die Synovialhaut bedeutendere Lageveränderungen eingeht (Knie- und Ellbogengelenk).

Das Verhalten der Gelenkkapseln zu den Knochen und Gelenkknorpeln ist genauer bezeichnet folgendes (siehe Fig. 126). Die Gelenkkapsel setzt sich in den einen Fällen einfach an den Rand der überknorpelten Fläche an und geht von hier direct zum andern Knochen über



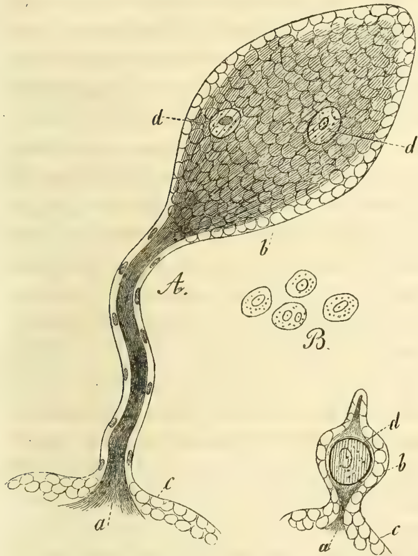
(Patella, Amphiarthrosen) in den anderen überzieht sie zuerst neben dem Rande des Knorpels auch einen grösseren oder geringeren Theil des Knochens selbst und wendet sich dann erst um, um mit dem zweiten Knochen so oder so sich zu verbinden. In beiden Fällen sitzt die Synovialhaut nicht direct an den Hartgebilden, sondern ist loser oder fester mit dem Periost und Perichondrium vereint und läuft schliesslich ohne scharfen Rand und untrennbar mit dem Perichondrium des Gelenkknorpels verbunden unweit des Randes des letzteren aus.

Bezüglich auf die feinere Structur der erwähnten Theile, so bestehen die Synovialmembranen, abgesehen von den sogenannten Faserkapseln die ganz den Bau der fibrösen Bänder haben, 1) aus einer Bindegewebslage mit nicht sehr zahlreichen Gefässen und Nerven und 2) aus einem Epithelium. Letzteres besteht aus 1, 2 bis 4 Schichten pflasterförmiger, 0,005—0,008‴ grosser Zellen mit rundlichen Kernen von 0,002—0,003‴, erstere zu innerst aus einer Lage paralleler Bündel mit minder deutlichen Fibrillen und länglichen Kernen oder feinen elastischen Fasern, weiter nach aussen aus sich durchkreuzenden Bündeln mit feinen elastischen Netzen, hie und da auch aus einem Netz von Bindegewebsbündeln von sehr verschiedener Stärke, mit umspinnenden elastischen Fasern, gerade wie in der *Arachnoidea*. Nicht selten finden sich gewöhnliche Fettzellen vereinzelt in den Maschen des Bindegewebes und hie und da, jedoch im Ganzen sehr selten, auch einzelne oder einige Knorpelzellen mit mässig dicken dunklen Wänden und deutlichem Kern. Drüsen und Papillen besitzen die Synovialhäute keine, dagegen zeigen sie grössere Fettanhäufungen, *Plicae adiposae*, und gefässreiche Fortsätze, *Plicae vasculosae (Plicae synoviales, Ligamenta mucosa* der Autoren). Die ersteren, früher fälschlich Haversische Drüsen benannt, kommen vorzüglich im Hüft- und Kniegelenk vor, in Gestalt gelber oder gelbröthlicher, weicher Vorsprünge oder Falten, und bestehen einfach aus grossen Ansammlungen von Fettzellen in gefässreicheren Theilen der Synovialhaut. Die letzteren finden sich in fast allen Gelenken und zeigen sich, vorausgesetzt, dass die Gefässe gefüllt sind, als rothe, platte, am Rande gekerbte, gefaltete, mit kleinen Fortsätzen versehene Vorsprünge der Synovialhaut. Gewöhnlich sitzen diese Fortsätze nahe an der Ursprungsstelle der Synovialhaut vom Knorpel und legen sich flach auf denselben hin, so dass sie manchmal wie einen Kranz um denselben herum bilden, in andern Fällen stehen sie mehr vereinzelt und auch an andern Stellen der Gelenke. In

Fig. 126. Schematische Ansicht eines Fingergelenkes im Durchschnitt, zum Theil nach *Arnold*. *a*. Knochen, *b*. Gelenkknorpel, *c*. Periost in das Perichondrium des Gelenkknorpels übergehend, *d*. Synovialhaut am Rande des Knorpels, verbunden mit dem Perichondrium, beginnend, *e*. Epithel derselben.

ihrem Bau weichen sie vorzüglich durch ihren Gefässreichthum von den anderen Theilen der Synovialhäute ab, indem sie fast aus nichts als aus kleinen Arterien und Venen und zierlichen, am Rande der Fortsätze schlingenförmig verbundenen Capillaren bestehen und hierdurch sehr an die *Plexus chorioidei* in den Gehirnhöhlen erinnern. Neben den Gefässen zeigen sie eine Grundlage von häufig undeutlich faserigem Bindegewebe, das gewöhnliche Epithel der Synovialhaut, hie und da einzelne oder zahlreichere Fettzellen und selten isolirte Knorpelzellen. An ihrem Rande tragen sie fast ohne Ausnahme blattartige, kegelförmige, membranartige kleinere Fortsätze von den abentheuerlichsten Formen (viele namentlich wie Cactusstengel), welche selten noch Gefässe führen, meist nur aus einer Axe von undeutlich faserigem Bindegewebe, hie und da mit Knorpelzellen und einem stellenweise sehr dicken Epithel, manchmal die kleineren selbst nur aus Epithel oder fast nur aus Bindegewebe bestehen.

Fig. 127.



In manchen Gelenken finden sich feste, weissgelbe faserige Platten, sogenannte *Cartilagines* oder *Lig. interarticularia*, welche von der Synovialkapsel aus zu zweien zwischen die betreffenden Knochen sich einschieben (Kniegelenk) oder eine einzige Scheidewand quer durch das Gelenk bilden (Kiefer-, Schlüsselbein-Brustbein- und Handgelenk). Dieselben bestehen aus einem festen, meist in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Fasergewebe, welches ganz an das Bindegewebe sich anschliesst, jedoch minder deutlich Fibrillen zeigt, ausserdem aus Knorpelzellen und feinen elastischen Fasern. Die Knorpelzellen sind in den oberflächlichsten Lagen mehr isolirt, in den tieferen Theilen reihenweise gelagert und kleiner und machen endlich feinen elastischen Fasern Platz, von denen wenigstens eine gewisse Zahl aus den Knorpelzellen ähnlichen Zellen ihren Ursprung zu nehmen scheint. Einen Ueberzug der Synovialhaut besitzen die Zwischengelenkbänder, die dem Bemerkten

Fig. 127. Von der Synovialhaut eines Fingergelenkes. *A*. Zwei gefässlose Anhänge der Synovialfortsätze, 250 mal vergr. *a*. Bindegewebe in der Axe derselben, *b*. Epithel (im Stiel des grösseren Fortsatzes nicht deutlich zellig) in dasjenige der freien Ränder des Fortsatzes *c*. übergehend, *d*. Knorpelzellen. *B*. Vier Zellen aus dem Epithel der Synovialhaut des Knies, eine mit zwei Kernen, 350 mal vergr.



Fig. 128.

zufolge zu den Faserknorpeln zu zählen sind, nicht, wohl aber sind sie an ihrem mit der Gelenkkapsel verbundenen Rande, jedoch nur auf eine ganz kleine Strecke, nie an ihrer gesammten Oberfläche, von dem Epithel der Gelenkhöhle überzogen. Die Gelenkbänder bestehen mit Ausnahme des weicheren *Lig. teres,* aus demselben festen Bindegewebe (in den Bändern der Rippengelenke mit Knorpelzellen), wie die Sehnen und sonstigen fibrösen Bänder, nur haben die innern Bänder (*Lig. cruciata* etc.) eine weichere Bindegewebslage mit Gefässen und ein Epithel als Ueberzug.

Innerhalb der Gelenkkapseln findet sich eine geringe Menge einer hellen, gelblichen, fadenziehenden Flüssigkeit, die Gelenkschmiere, *Synovia*, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Schleime sehr ähnlich zu sein scheint, namentlich auch flüssigen Schleimstoff enthält. Mikroskopisch untersucht, bietet dieselbe unter normalen Verhältnissen nicht viel Bemerkenswerthes dar und besteht einfach aus einer durch Essigsäure sich trübenden Flüssigkeit, die sehr häufig einige, oft fettig metamorphosirte Epithelzellen, Kerne von solchen und Fettkügelchen, und unter nicht ganz normalen Verhältnissen auch Blut- und Lymphkügelchen, losgelöste Theile der Synovialfortsätze, des Gelenkknorpels und eine structurlose gelatinöse Substanz enthält.

Die normale gesunde Synovia, die nach *Frerichs (Wagn. Handw. III. 1)* beim Ochsen 94,8 Wasser, 0,5 Schleimstoff und Epithel, 0,07 Fett, 3,5 Eiweiss und Extracte, 0,9 Salze enthält, ist ein Secret, dem geformte Elemente nicht wesentlich zukommen und das unter Mitbetheiligung des Epithels einfach von den Gefässen der Synovialhäute ausgeschwitzt wird und zwar vor allem von den Gefässfortsätzen derselben, die wie eigens zu diesem Zwecke angelegt sind und auch immer am Rande der vorzüglich eines schlüpfrigen Ueberzuges bedürfenden Knorpel sich finden. Die gefässlosen Anhänge dieser Fortsätze geben, indem sie sich vergrössern, fester werden und von ihrem Verbande mit den Gefässfortsätzen sich lösen, gewissen Formen der sogenannten Gelenkmäuse den Ursprung. Diese, die auch in Schleimbeuteln und Sehnenscheiden, die ebenfalls Gefässfortsätze besitzen (siehe oben §. 82.), vorkommen, bestehen aus einem Ueberzug von Epithelium, Bindegewebe mit verlängerten Kernen und, jedoch nicht immer und in wechselnder Zahl, aus eingestreuten Fett- und wahren Knorpelzellen, und entwickeln sich nicht ausserhalb der Synovialhaut, sondern durch eine Wucherung dieser selbst. Uebrigens können ähnliche feste Körperchen wahrscheinlich auch noch auf andere Weise entstehen, indem wenigstens *Bidder (Zeitschrift f. rat. Medicin,* Bd. 3, St. 99 flgde.) und *Virchow (Med. Zeitung* 1846, No. 2 u. 3) solche beobachteten, die keine Spur von Organisation zeigten. Ich möchte diese letzteren Gebilde in vielen Fällen mit *Virchow*, der den Faserstoff in ihnen wirklich nachwies, für Fibrinexsudate, in anderen für

Fig. 128. Aus dem *Lig. falciforme* des Kniegelenkes. *a.* Ein Bindegewebsstreifen mit reihenweis gelagerten, länglich runden Zellen, ähnlich Knorpelzellen. *b.* Ein solcher mit längeren Zellen und Kernen.

festgewordene Niederschläge aus der Synovia halten, welche letztere Ansicht durch das häufige Vorkommen von sulzigen, mehr oder weniger consistenten structurlosen Massen, offenbar verdichteter Synovia in den Sehnenscheiden der Hand unterstützt wird. — Auch Knochenstücke, von Wucherungen am Umfang der Gelenkenden losgerissen, können in das Innere der Gelenke hineingelangen. — Die *Plicae adiposae* in Gelenken haben wohl weniger zur Bildung der Synovia als zur Mechanik der Gelenke Bezug, indem sie als Ausfüllungsmasse dienen.

§. 97.

Physikalische und chemische Eigenthümlichkeiten der Knochen und ihrer Hülfsorgane. — Die Knochen bestehen, neben einer geringen Menge von Wasser (3—7% nach *Stark* in compacter Substanz) und Fett (2—3% *Bibra)*, vorzüglich aus leimgebender Substanz und anorganischen Theilen. Die letztern bilden im Erwachsenen ungefähr $^2/_3$ (68,82 *Bibra)* der trocknen Knochen, und werden fast alle erhalten, wenn man die Knochen glüht (calcinirt), in welchem Falle, wenn die gehörige Vorsicht angewandt wird, der Knochen seine äussere Gestalt vollkommen beibehält, jedoch sehr leicht in ein weisses, undurchsichtiges, sprödes, schweres Pulver, die sogenannte Knochenerde zerfällt. Diese besteht vorzüglich aus 57—59% basisch phosphorsaurem Kalk (nach *Heintz* 3 Atom Basis, 1 Atom Säure), aus kohlensaurem Kalk (7—8%) und etwas Fluorcalcium (Spuren), phosphorsaurer Talkerde, Kieselerde (Spuren) und alkalischen Salzen. Ein kleiner Theil der Salze der Knochen ist auch in den Gefässwandungen und in den Knochenhöhlen enthalten und im Wasser dieser Theile gelöst. — Die leimgebende Substanz der Knochen ist der sogenannte Knochenknorpel oder Bildungsknorpel, *Cartilago ossium, sive formativa s. ossescens.* Dieser wird erhalten, wenn man einen Knochen bei niederer Temperatur mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure behandelt und zeigt sich als eine weiche, biegsame, elastische, leicht gelbliche, knorpelähnliche, durchscheinende Substanz genau in der Form des Knochens. Dieser Knochenknorpel beträgt ungefähr $^1/_3$ des trocknen Knochens, fault, wenn er feucht ist und verbrennt trocken mit Zurücklassung von etwas Asche. Durch Kochen löst sich der Knochenknorpel auf und es entsteht durch Verbindung desselben mit Wasser das 3 bis 4fache Volum gewöhnlichen Leimes, welcher Leim auch direct durch langes Kochen der Knochen im Papinianischen Topfe gewonnen werden kann. — Die Art und Weise des Vorkommens der Hauptsubstanzen des Knochengewebes anlangend, so ist sicher, dass die Knochenerde nicht als Depositum für sich in irgend welchen Theilen gesunder ausgebildeter Knochen sich findet, vielmehr, wenn auch in fester Gestalt, doch nur in einer sehr innigen Verbindung mit dem leimgebenden Gewebe. Da der Knochenknorpel und der calcinirte Knochen jeder für sich die Gestalt des Knochens in allen seinen Einzelnheiten wiederholen, so muss wohl die innigste Vereinigung beider Substanzen durch den ganzen Knochen statuirt werden, die jedoch nicht als wirkliche chemische Verbindung angesehen werden kann, vorzüglich aus dem Grunde, weil

die Verhältnisse zwischen der leimgebenden Substanz und dem phosphorsauren Kalk sehr wechselnd sind und weil durch blosses Kochen unter erhöhtem Druck der Leim von dem Kalk sich trennt.

Die physikalischen Eigenschaften der Knochen richten sich nach ihrer Zusammensetzung. Von der Menge der erdigen Bestandtheile ist die Härte, Dichtigkeit und Festigkeit derselben abhängig, von den organischen ihre Elasticität und Biegsamkeit. In normalen Knochen des Erwachsenen sind die zwei Hauptsubstanzen solcher Gestalt vereint, dass die Knochen bei einer bedeutenden Härte und Festigkeit eine gewisse, jedoch geringe Elasticität besitzen, so dass sie eine bedeutende Widerstandskraft haben und bei Einwirkung grösserer mechanischer Gewalt doch nicht so leicht brechen. Im früheren Alter, wo der Knorpel in grösserer Menge da ist, ist die Härte weit geringer, die Tragfähigkeit daher unbedeutender und der Knochen zu Verkrümmungen geneigter, wogegen seine grössere Elasticität ihn vor Brüchen viel mehr bewahrt. In noch höherem Grade ist dies bei der Rhachitis der Fall, wo die organischen Bestandtheile zwischen 70—80 % betragen. Umgekehrt werden im höhern Alter die Knochen zwar härter, aber auch spröder, so dass sie leicht brechen, woran jedoch auch die in diesem Alter eintretende Rarefaction des Gewebes zum Theil Schuld sein möchte. — Die Verbrennlichkeit der Knochen rührt von ihrer organischen Grundlage her, ihre Undurchsichtigkeit, weisse Farbe, das grosse specifische Gewicht und die Fähigkeit der Fäulniss zu widerstehen von den anorganischen Theilen. Die letzteren, weil so innig mit den animalischen Theilen gemengt, schützen auch diese, so dass Knochen aus alten Gräbern und vorweltlicher Thiere noch ihren vollen Gehalt an Knorpel besitzen.

Die wahren Knorpel, auch die des Fötus, bestehen neben ihrer organischen Grundlage aus 50—75% Wasser, 3—4% Salzen (vorzüglich Natronsalze und kohlensaurer Kalk, daneben besonders noch etwas phosphorsaurer Kalk und Talk). Erstere besteht in der Grundsubstanz aus Chondrin oder Knorpelleim, wogegen die Knorpelzellen sammt ihrem Inhalte in Wasser sich nicht lösen und auch in Kali und Schwefelsäure länger widerstehen als die Grundsubstanz, und ihre eigene Zusammensetzung haben. — Die Faserknorpel (Knorpelzellen mit Bindegewebe) sind noch wenig untersucht. *J. Müller* fand in den *Cartilag. interarticulares* des Kniegelenkes des Schafes kein Chondrin; dagegen traf *Donders* (*Holl. Beitr.* pg. 264) in den *Ligg. intervertebralia* Chondrin; ob dieselben auch Leim enthalten, will er nicht entscheiden; nach *Virchow* besteht der Gallertkern dieser Bänder bei Neugebornen aus einem der colloiden Substanz sehr nahe stehenden Körper (*Würzb. Verhandl. II.* 283). — Die Bänder verhalten sich chemisch wie die Sehnen.

§. 98.

Gefässe der Knochen und ihrer Nebenorgane. *A.* Blutgefässe. Die Beinhaut, *Periost*, hat ausser vielen durchtretenden

für den Knochen bestimmten Gefässen mehr in ihrer äussern bindegewebigen Lage ein mässig enges Netz feiner (0,005''') Capillaren. Die Blutgefässe der Knochen selbst sind sehr zahlreich, wie man an injicirten und leichter noch an frischen mit Blut gefüllten Präparaten sehen kann. Bei den langen Knochen werden das Mark und die spongiösen Gelenkenden von besonderen Gefässen versorgt und ebenso die compacte Substanz des Mittelstücks. Erstere oder die *Vasa nutritia* dringen durch besondere grössere Canäle, die zu einem oder zweien an den Diaphysen zu vielen an den Apophysen sich finden, in die Knochen ein, verästeln sich, abgesehen von spärlicheren Gefässchen, die sie an die innersten Haversischen Canälchen der *Subst. compacta* abgeben, mit allen Häuten, die die Gefässe sonst besitzen (auch der *Muscularis)* in dem Mark und bilden hier ein wirkliches Capillarnetz mit Gefässchen von 0,004 — 0,0052''' die feinsten. Die Gefässe der compacten Substanz stammen grossentheils aus denen des Periostes, verlieren ihre Muskelhaut sehr bald und bilden in den Haversischen Canälen, die sie bald für sich allein, bald mit etwas Mark erfüllen, ein Netz weiter Canäle, die man in ihrem Bau nur dem geringsten Theile nach zu den Capillaren zählen kann, indem die meisten eine Bindegewebslage und ein Epithelium besitzen, und nur in den grösseren Gefässcanälen neben dem Hauptgefässe noch feine Capillaren vorhanden sind. Das Venenblut tritt aus jedem langen Knochen an drei Stellen ab, 1) durch eine grössere Vene, welche die *Arteria nutritia* begleitet und dieselbe Verbreitung hat wie diese, 2) durch viele grosse und kleine Venen an den Gelenkenden, 3) endlich durch viele kleine Venen, welche abgesondert für sich aus der compacten Substanz der Diaphyse herauskommen, in der sie mit ihren Wurzeln, wie *Todd* und *Bowman* wohl richtig angegeben, die weiteren Räume und die sinus- oder taschenartigen Aushöhlungen einnehmen, die auch an Knochenschliffen sehr deutlich hervortreten. — Alle Knochengefässe, die Markgefässe der Apophysen und der Diaphysen, sowie die Gefässe der compacten Substanz, communiciren mannigfach, so dass das Gefässsystem durch den ganzen Knochen als ein continuirliches sich darstellt und Blut möglicher Weise von allen Theilen in alle gelangen kann, wie denn auch *Bichat* (III. 44) an einer injicirten Tibia, deren *Arteriae nutritiae* obliterirt waren, das Mark ganz gut ausgespritzt fand.

In den kurzen Knochen zeigen die Blutgefässe ungefähr dasselbe Verhalten, wie in den Apophysen der langen, indem die Arterien und Venen an vielen Orten der Oberfläche mit grösseren und kleineren Stämmchen, zum Theil wie an der hintern Fläche der Wirbelkörper mit sehr grossen Stämmen, den *Venae basi-vertebrales Brechet,* ein- und austreten, mit einem Capillarnetz das Mark versorgen und auch in die spärlichen Haversischen Canälchen dieser Knochen eingehen.

Die platten Knochen anlangend, so haben die *Scapula* und das *Os innominatum* bestimmte Ernährungslöcher für grössere Arterien und Venen und erhalten in der compacten Substanz feinere Gefässe vom Pe-

riost aus und an den schwammigen Theilen, wie in der Gegend der Gelenkgruben, viele, auch grössere Gefässe. In den platten Schädelknochen verlaufen, während die Arterien meist als feine Zweigelchen von beiden Flächen aus in die Rinde und die schwammige Substanz eintreten und wie gewöhnlich beschaffen sind, die sogenannten *Venae diploeticae* nur mit ihren Wurzeln wie in anderen Knochen frei im Marke, mit den Stämmen, Aesten und grösseren Zweigen dagegen ziehen dieselben für sich meist ohne Betheiligung von Mark in besonderen, baumförmig verzweigten grösseren Canälen, den sogenannten *Breschet*'schen Knochencanälen, die an bestimmten Stellen mit grösseren Oeffnungen *(Emissaria Santorini)* ausmünden und mit denen der harten Hirnhaut in mannigfacher Verbindung stehen, über welche Verhältnisse die Handbücher der speciellen Anatomie nachzusehen sind. Die Weite und Menge der Venen in den platten Schädelknochen ist übrigens äusserst variabel und obliteriren dieselben namentlich im Alter mit der so häufigen Abnahme der Diploe immer mehr, wesshalb auch die Venencanäle und ihre Oeffnungen *(Emissaria)* von so wechselnder Stärke sind.

Die Gelenkknorpel und andere Knorpel des Knochensystems, auch die Faserknorpel enthalten beim Erwachsenen normal durchaus keine Gefässe, mit Ausnahme des Perichondrium, das jedoch in dieser Beziehung dem Periost bedeutend nachsteht, wohl aber können in einigen derselben, wie in den Rippenknorpeln im mittleren Alter und später Gefässe auftreten, in welchem Falle dann auch häufig theilweise Verknöcherung vorgefunden wird oder folgt. Arm an Gefässen sind die fibrösen Bänder und namentlich die elastischen und in dieser Beziehung mit den Sehnen auf eine Stufe zu stellen, wogegen die Synovialhäute durch bedeutende Zahl von Blutgefässen sich auszeichnen. Reich an solchen sind hier namentlich die schon oben erwähnten Synovialhautfalten, dann auch die Synovialhäute selbst, welche überall unmittelbar unter dem Epithel ein ziemlich enges Netz von 0,004—0,01‴ weiten Kanälen enthalten.

B. Lymphgefässe der Knochen werden von einigen älteren und neueren Autoren erwähnt (siehe meine *mikr. Anat.* II. 1. 336) doch sind dieselben immer noch zweifelhaft und habe ich mich bisher vergeblich bemüht, solche zu finden. Die übrigen Theile des Knochensystems anlangend, so kann es sich nur darum handeln, ob das Periost und die Gelenkkapseln Lymphgefässe besitzen. In ersterem sind sie noch nicht beobachtet, dagegen werden sie in letzteren von mehreren Autoren, *Cruveilhier* z. B., angenommen. Freilich sind auch hier ihre Anfänge durchaus nicht nachgewiesen und mir wenigstens erscheint als sehr zweifelhaft, ob die Synovialhäute selbst solche Gefässe enthalten, dagegen ist es wohl sicher, dass in dem lockern Bindegewebe um die Gelenkkapseln herum und zwischen demselben und dem Periost der Apophysen, namentlich am Knie, Lymphgefässe vorkommen.

§. 99.

Nerven des Knochensystems. Das Periost ist reich an Nerven, doch gehört der grössere Theil derselben nicht ihm selbst an, sondern den Knochen (siehe unten). Berücksichtigt man nur die eigentlichen Periostnerven, so zeigt sich, dass die Zahl derselben im Ganzen ziemlich spärlich ist, ja dass sie vielleicht an gewissen Stellen gänzlich fehlen, wie am Halse des Oberschenkels und unter gewissen Muskeln (*Glutaeus minimus*, *Musculi peronaei* z. B.); doch gibt es wohl keinen Knochen, an dem dieselben nicht an gewissen Stellen sich finden. Diese Nerven liegen in derselben Schicht wie die Gefässe, bald längs der grösseren Stämmchen, bald für sich, stammen wenigstens einem Theile nach von den grösseren Nerven der Knochen selbst, und verbreiten sich, obschon ihre Verästelungen und Anastomosen spärlich sind, nachweisbar über grosse Strecken. In den Stämmchen messen die Primitivfasern meist 0,002—0,004''', erreichen jedoch nach und nach theils durch wirkliche Theilungen, die ich ganz ausgezeichnet im Perioste der *Fossa infraspinata* und *iliaca* des Menschen, *J. N. Czermak* auch am Stirnbeine des Hundes, sah, theils durch allmälige Abnahme, den Durchmesser von 0,0012—0,0016''' und enden manche bestimmt, vielleicht alle frei. An den Gelenkenden mancher Knochen, so am Ellbogen, Knie, den Knöcheln, sah ich die Nerven reicher als sonst, in dem gefässreichen Bindegewebe über dem eigentlichen Periost vielfach sich verästelnd und anastomosirend und vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend, doch kamen mir Theilungen der Primitivfasern und Endigungen hier nicht zu Gesicht.

Die Knochennerven, die vielleicht mit Ausnahme der *Ossicula auditus* und *Ossa sesamoidea* überall vorkommen, verhalten sich nicht in allen Knochen vollkommen gleich. In den grösseren langen Knochen dringen dieselben einmal mit den Ernährungsgefässen als ein oder, wo zwei *Foramina nutritia* da sind, zwei ziemlich bedeutende (bis 0,16''' messende), von blossem Auge sichtbare Stämmchen direct in die Markhöhle ein und verbreiten sich hier, dem Laufe der Gefässe folgend, jedoch nicht immer an denselben anliegend, bis gegen die Apophysen zu im Mark, indem sie vielfach sich verästeln, jedoch, so viel ich wenigstens sah, nur wenige Anastomosen bilden. Zweitens besitzen alle diese Knochen, auch in den Apophysen viele feinere Nerven, welche mit den hier so reichlichen Blutgefässen direct in die schwammige Substanz sich begeben und im Marke sich verzweigen, und drittens endlich gehen selbst in die compacte Substanz der Diaphysen mit den feinen, in dieselbe eindringenden Arterien ganz zarte Fädchen ein, die wohl unzweifelhaft hier sich verbreiten, obwohl es mir noch nicht gelungen ist, sie mitten in der festen Substanz drin aufzufinden. Wie die grösseren verhalten sich auch die kleineren Röhrenknochen der Hand und des Fusses, nur dass ihre zahlreichen Nerven wegen der hier unentwickelten Markhöhle nicht so regelmässig in Apophysen- und Diaphysennerven sich scheiden.

Von kurzen Knochen fand ich die Wirbel äusserst reich an Nerven, namentlich die Körper. Dieselben dringen sowohl von hinten im Begleit der hier liegenden Arterien und Venen *(Venae basivertebrales)* als auch vorn und seitlich mit den Gefässen ein und breiten sich im Marke der schwammigen Substanz aus. Auch im *Talus, Calcaneus, Os naviculare, cuboideum, cuneiforme I.* sah ich in den grösseren mehrere, in den kleineren wenigstens je ein Nervenfädchen.

Im Schulterblatt und Hüftbein sind die Nerven sehr zahlreich und zwar dringen dieselben vorzüglich an den oben bezeichneten Stellen mit den grösseren Gefässen theils in der Fläche, theils in der Gegend der Gelenkgruben ein. Auch im Brustbein und in den platten Schädelknochen gelingt der Nachweis der Nerven nicht schwer. Bei letzteren sah ich schon bei Neugebornen im *Os occipitis* und *parietale* Nerven durch die *Foramina emissaria,* die um diese Zeit auch eine Arterie enthalten, eindringen und bei Erwachsenen finden sich im Scheitelbein, Stirnbein, Hinterhauptsbein, obschon spärlich, doch hie und da mikroskopische Fädchen an den kleinen Arterien, die von aussen in die compacte Substanz eintreten, und wahrscheinlich bis in die *Diploe* dringen.

Aus diesen Beobachtungen, zusammengehalten mit denen von *Kobelt, Beck, Engel, Luschka* u. a. geht nun wohl der bedeutende Reichthum der Knochen an Nerven unzweifelhaft hervor. Den Ursprung dieser Nerven anlangend, so sind dieselben schon von Früheren zu Kopf- und Rückenmarksnerven verfolgt, wie die Diaphysennerven des Femur, der Tibia, des Humerus zu den *NN. cruralis, tibialis. ischiaaicus* und *perforans Casseri,* ebenso ein Stirnbeinnerv zum *N. supraorbitalis,* was von mir für die Tibianerven und von *Luschka* für die gewisser Schädelknochen und der Wirbel bestätigt worden ist; doch betheiligt sich auch der *Sympathicus* an der Bildung derselben, wie neulich *Luschka* an den Wirbelnerven und schon früher *Kobelt* fand. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt dies, indem die Knochennerven in den Stämmen und Endigungen ganz an die sensiblen Aeste der Rückenmarksnerven erinnern und in den Stämmen ⅓ Fasern von 0,005—0,006‴, ⅔ solche von 0,002—0,004‴, in den stärkeren Aesten vorwiegend Fasern von 0,002—0,003‴, aber auch noch solche bis 0,006‴ hinauf, in den feinsten Verzweigungen endlich nur Fasern von 0,0012 — 0,0016‴ enthalten. Auch die Beinhautnerven die oft nachweisbar mit den Knochennerven zusammenhängen und zu den Extremitätennerven sich verfolgen lassen, stammen wohl vorwiegend aus den Rückenmarksnerven, jedoch soll auch bei ihnen eine Betheiligung des Sympathicus nicht in Abrede gestellt werden. Wie die Knochennerven enden, habe ich nicht gesehen, und kann nur soviel sagen, dass schliesslich von den Nerven im Marke feinste Aestchen aus etwas Neurilem und 1—2 feinen Fasern sich entwickeln, was jedoch aus diesen wird, blieb mir verborgen. Erwähnung verdient wohl auch noch, dass ich an zwei Orten an den Knochennerven vor ihrem Eintritte in Knochen Pacinische Körperchen fand, und zwar am Diaphysen-

nerv der Tibia 2''' vor seinem Eintritte in das *Foramen nutritium* ein Körperchen und zwei andere am grössten Nerven des *Metatarsus hallucis* ebenfalls in der Nähe seines Eintrittes.

In den Bändern des Menschen fand ich bis anhin nirgends Nerven (das *Ligamentum nuchae* des Ochsen enthält einige feine, kleine Arterien begleitende Bündel von 0,004''' mit feinen Fasern von 0,012—0,0015'''), zweifle aber nicht, dass dieselben wie die Sehnen, insoweit sie Gefässe führen, auch einzelne spärliche Nerven enthalten. Dagegen besitzt die *Membrana interossea cruris* vom *Nervus interosseus* abstammende Fädchen, welche aus 1—3 Fasern von 0,003—0,004''' gebildet, prächtige Verästelungen und freie Endigungen ihrer Primitivfasern darbieten. — Auch ein Nerv von 0,03''', der mit einer Arterie in den faserigen äusseren Theil der Symphyse hinein ging, mag hier erwähnt werden. — Von Knorpeln sah ich bisher nur beim Kalb im Nasenscheidewandknorpel in den Knorpelcanälen neben Gefässen (Arterien) sehr deutliche feine Nervenstämmchen von 0,006—0,01''' mit Fasern von 0,0012—0,0016''' Dicke. — In den Gelenkkapseln finden sich viele Nerven, doch gehören dieselben vorzugsweise den sogenannten fibrösen Kapseln und dem lockern Bindegewebe ausserhalb der Synovialhäute an. Beim Kniegelenke sah ich Nerven auch in der eigentlichen Synovialhaut, jedoch im Ganzen spärlich und noch am deutlichsten in den grossen Gefässfortsätzen, die neben Arterien Nerven von 0,007—0,008''' mit feinen auch sich theilenden Fasern von 0,0008—0,002''' enthielten. Auch in der Synovialhaut selbst sah ich dicht an den *Condyli femoris* ziemlich zahlreiche, feinfaserige Nerven.

§. 100.

Entwicklung der Knochen. Die Knochen zerfallen in Betreff ihrer Entwicklung in zwei Gruppen, in knorpelig vorgebildete (primäre Knochen) und in solche, die in einem weichen Blasteme von einem kleinen Anfange aus sich gestalten (secundäre Knochen). Erstere sind schon in ihrem Knorpelzustande mit allen ihren wesentlichen Theilen (Diaphysen und Apophysen, Körper, Bogen und Fortsätze u. s. w.) versehen, entstehen in ihrer Knorpelanlage wie andere Knorpel und wachsen auch wie diese mehr oder weniger fort. Dann verknöchern sie (beim Menschen alle) von innen heraus, wandeln einen Theil des Knorpels vollständig in Knochen um, so dass dessen Perichondrium zum Perioste wird und erreichen von diesem Zeitraume an ihre endliche Gestalt theils auf Kosten des mit ihnen fortwuchernden und successive verknöchernden Knorpelrestes, theils durch weiches ossificirendes Blastem, das Schicht für Schicht an der Innenfläche des Periostes sich ablagert. Die zweite Gruppe von Knochen bildet sich aus einer ganz beschränkten weichen, nicht knorpeligen Anlage hervor und wächst auf Kosten derselben, die zuerst nur an ihren Rändern und bald auch an ihren Flächen sich immerfort neu entwickelt, weiter. Haben diese Knochen eine be-

stimmte Grösse erreicht, so kann das Blastem, aus dem sie bisher sich vergrössert, theilweise verknorpeln und dieser Knorpel in dasselbe Verhältniss zu ihnen treten, wie bei anderen Knochen, immer aber bleibt der grösste Theil ihrer Bildungsmasse weich und geht die Hauptmasse des Knochens, ohne jemals knorpelig gewesen zu sein, aus demselben hervor.

So oft auch die Entwicklung des Knochengewebes schon besprochen worden ist, so hat man doch die Art und Weise, wie die Knochen als Organe im Ganzen entstehen, noch wenig berücksichtigt und glaube ich dieselbe in meinem zootomischen Bericht, Leipzig 1849, zuerst in ihren Hauptzügen festgestellt und in meiner Mikroskop. Anatomie II. 1. auch in ihren Einzelheiten verfolgt zu haben. In den meisten wesentlichen Punkten mit mir einverstanden ist *H. Meyer* (l. c.), wogegen *Robin* manches Abweichende vorbringt, womit ich nicht einverstanden bin, und meine Angaben zum Theil ganz unrichtig aufgefasst hat.

§. 101.

Das ursprüngliche Knorpelskelet des menschlichen Körpers ist zwar weniger vollständig als das spätere knöcherne, allein immerhin ausgedehnt genug. Wir finden als Theile desselben 1) eine vollständige Wirbelsäule mit ebenso viel knorpeligen Wirbeln als später knöcherne auftreten, mit knorpeligen Fortsätzen und mit Zwischenwirbelbändern, 2) knorpelige Rippen und ein knorpeliges, nicht gegliedertes Brustbein, 3) ganz knorpelige Extremitäten mit ebenso vielen und äusserlich ähnlich gestalteten Stücken als später Knochen da sind, mit einziger Ausnahme der Beckenknorpel, die eine einzige Masse ausmachen, 4) endlich einen unvollständigen knorpeligen Schädel. Dieses sogenannte Primordialcranium (meine *mikr. Anat.* Tab. III. Fig. 1—3) bildet ursprünglich eine zusammenhängende Knorpelmasse, entspricht grösstentheils dem Hinterhauptsbein (mit Ausnahme der obern Hälfte der Schuppe), dem Keilbein (mit Ausnahme der *Lamina externa* des *Processus pterygoideus)*, dem Zitzen- und Felsentheil des Schläfenbeines, dem Siebbein, der untern Muschel, den Gehörknöchelchen und dem Zungenbein, enthält aber auch einige Knorpelpartieen, die nie verknöchern und entweder zeitlebens in diesem Zustande verharren, wie die meisten Knorpel der Nase, die Knorpelansätze am Zungenbein, oder später verschwinden, wie vor allem der Meckelsche Fortsatz, zwei Knorpellamellen unter den Nasenbeinen, ein Knorpelstreif, der den Griffelfortsatz mit dem Zungenbein verbindet und zwei andere, von denen der eine von dem äussern Theile der *Ala parva* seitlich zur *Lamina cribrosa* geht, der andere von der knorpeligen *Pars mastoidea* und *petrosa* nach oben und vorn sich erstreckt. Mithin fehlen dem knorpeligen *Cranium* des Menschen vollständig das Schädeldach und fast ganz die Seitentheile, ferner fast Alles, was später von den Gesichtsknochen eingenommen wird, doch sind wenigstens am eigentlichen Schädel die nicht von Knorpel gebildeten Stellen durch eine faserige Membran verschlossen, die nichts anderes als eine Weiterentwickelung der ursprünglichen weichen Schädelkapsel ist, so dass mithin

der Schädel um diese Zeit, wenn auch nur zum Theil knorpelig, doch ebenso vollständig ist wie früher und immer noch seiner anfänglichen weichen Anlage entspricht. Bei Säugethieren, wie z. B. beim Schwein, kommen viel vollständigere knorpelige Schädel vor (meine *mikr. Anat.* Tab. III. Fig. 4 und 5).

Die vollständige Entwicklung des ursprünglichen Knorpels in histiologischer Beziehung ist weder beim Menschen, noch bei den Säugethieren genau Schritt für Schritt verfolgt und es bleibt daher vorläufig, wenn man ein einigermaassen genügendes Bild derselben zu haben wünscht, nichts anderes übrig, als sich einem guten Theile nach an die niederen Wirbelthiere zu halten. — Untersucht man bei Batrachierlarven die Knorpel der Wirbelsäule und des Kopfes, so zeigt sich leicht, dass sie ohne Ausnahme im noch weichen Zustande aus denselben Bildungszellen mit Dotterkörperchen bestehen wie alle anderen Organe. So trifft man die Knorpelzellen vor der Entwicklung der äussern Kiemen in Gestalt von 0,007 bis 0,009‴ grossen, dicht beisammenliegenden kugelrunden Zellen mit Kernen von 0,0045 — 0,006‴ und voll von den bekannten Dotterkörperchen; später, wenn die Kiemen einmal da sind, beginnt der körnige Inhalt der Zellen von innen nach aussen zu schwinden, während die Kerne deutlicher werden und in einem hellen Fluidum drin liegen, zugleich vergrössern sich die Zellen langsam. Wenn die äusseren Kiemen vergehen, so sind schon alle Knorpelzellen ganz hell mit deutlichen Kernen und Wandungen, und nun wachsen dieselben nach und nach bis zu 0,018—0,024‴, die Kerne bis zu 0,005 und 0,007‴ heran, werden durch gegenseitigen Druck polygonal und bilden eines der zierlichsten Zellengewebe. Jetzt beginnen dieselben auch durch endogene Zellenbildung um Inhaltsportionen *(Nägeli)*, so dass je in einer Zelle um zwei aus dem anfänglichen Kerne hervorgegangene Kerne zwei sie ganz erfüllende Tochterzellen entstehen, sich zu vermehren, wobei sie, obschon ganz langsam, namentlich in gewissen Kopfknorpeln, wieder an Grösse abnehmen, so dass sie 0,013 — 0,018‴, an einigen Orten nur 0,006 - 0,013‴ messen, während zwischen ihnen, vorzüglich aus den verschmelzenden Wandungen der verschiedenen Generationen von Zellen, eine dickere Zwischensubstanz sich bildet. — Was die Säugethiere und den Menschen anlangt, so kann nur vermuthungsweise angegeben werden, dass auch hier die Knorpelzellen durch Modificationen der ursprünglichen Bildungszellen sich hervorbilden. Für diese Annahme spricht, dass in einem 8—9 Wochen alten menschlichen Embryo, dessen äussere Extremitäten sich eben hervorbildeten, in denselben fast noch keine Spur von einem geformten Knorpel vorhanden war, und die innersten Zellen der Extremitätenanlagen von den äusseren kaum sich unterschieden. Dieselben waren 0,004 — 0,006‴ gross, kugelrund, mit graulichem granulirtem Inhalt und minder deutlichen Kernen von 0,003‴ und bildeten ohne nachweisbare Zwischensubstanz ein wenig festes Gewebe. Schon etwas weiter waren die entsprechenden Zellen bei einem 6—7‴ langen Schafembryo, obschon er kleiner war als die erwähnte menschliche Frucht. Hier nämlich (Fig. 129) maassen dieselben schon grössten Theils 0,006—0,01‴, hatten deutliche Wandungen, Kerne und einen wasserhellen, nur leicht granulirten Inhalt und lagen in einer spärlichen homogenen Zwischensubstanz,

Fig. 129.

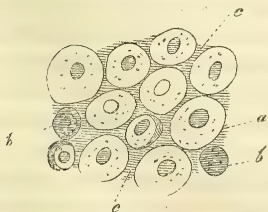


Fig. 129. Knorpelzellen aus dem *Humerus* eines 6‴ langen Schafembryo. *a.* Zellen mit Kern und hellem Inhalt (zwei Zellen haben noch Reste des früheren dicken Contentum); *b.* Zellen mit consistentem Inhalt ohne sichtbaren Kern; *c.* Intercellularsubstanz.

so dass sie sich nur noch zum Theil oder selbst gar nicht berührten. Einige wenige Zellen nur waren in ihrem Innern noch ganz trüb, ohne sichtbaren Kern, andere im Beginn der Aufhellung durch Metamorphose ihres Contentum. Die weitere Entwicklung des Knorpels bis ans Ende des fötalen Lebens zeigt, abgesehen von der Verknöcherung, das Eigenthümliche, 1) dass die Zellen gerade wie bei Batrachierlarven durch endogene Zellenbildung stätig sich vermehren, während, gerade wie bei diesen, von einer Entstehung von Zellen, unabhängig von den schon vorhandenen, keine Spur zu sehen ist und 2) dass die Zwischensubstanz, die hier offenbar grösstentheils unabhängig von den Zellenmembranen sich bildet, immer mehr zunimmt. Die Zellen anlangend, so sind dieselben nach *Harting* in dem zweiten Rippenknorpel im 4monatlichen Fötus 0,0036‴ lang, 0,0023‴ breit, und entspricht ihre Gesammtmasse so ziemlich derjenigen der Zwischensubstanz; bei Schweineembryonen von 3½″ Länge ist nach *Schwann* der von den kernhaltigen, hellen, dünnwandigen Zellen eingenommene Raum 3mal grösser als der der Zwischensubstanz; ich selbst finde die Knorpelzellen bei einem 5monatlichen menschlichen Embryo 0,003—0,008‴ gross mit und ohne Tochterzellen, zum Theil mit deutlichen Wänden, zum Theil ohne solche und durch Zwischenräume einer ganz homogenen Substanz von 0,002—0,005‴ von einander getrennt. Bei Neugebornen messen sie nach *Harting* $0^{mm},032$—$0^{mm},028$ in der Länge, $0^{mm},0072$ in der Breite, sind 3—4mal so zahlreich als bei 4monatlichen Fötus, stehen dagegen jetzt an Masse der Zwischensubstanz bedeutend nach, welche mehr als das Doppelte derjenigen der Zellen ausmacht. Nach der Geburt wachsen in den nicht ossificirenden Knorpeln die Zwischensubstanz und die Zellen ziemlich gleichmässig fort, so dass ihr Verhältniss beim Erwachsenen ungefähr dasselbe ist wie beim Neugebornen. Die Zellen sind beim Erwachsenen 8—12mal grösser als beim Neugebornen *(Harting)*, doch sollen dieselben nach ihm jetzt an Zahl abnehmen, so dass sie nur noch ungefähr die Hälfte von derjenigen beim Kinde betragen, was durch eine Verschmelzung der Zellen erklärt wird. Mir scheinen die von *Harting* mitgetheilten Zahlen nicht hinreichend, um den angegebenen Satz zu begründen, und wenn auch derselbe feststände, könnte ich doch nicht mit der gegebenen Erklärung übereinstimmn, indem mir für die Annahme einer Verschmelzung von Knorpelzellen auch nicht Eine Thatsache zu sprechen scheint.

§. 102.

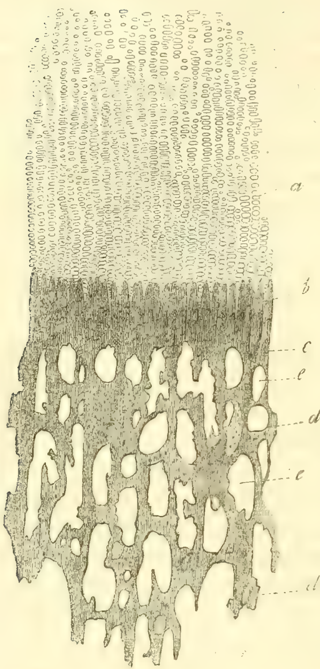
Metamorphosen des ursprünglichen Knorpelskelettes. Von den ursprünglichen Knorpeln entwickelt sich ein Theil mit dem übrigen Skelette weiter und gestaltet sich zu den bleibenden Knorpeln der Nase, der Gelenke, Symphysen und Synchondrosen, ein zweiter geht im Laufe der Entwicklung vollständig unter (gewisse Schädelknorpel, siehe §. 101), der dritte grösste endlich ossificirt und bildet alle Knochen des Rumpfes und der Extremitäten und einen guten Theil derjenigen des Schädels. Alle diese Knochen verknöchern wesentlich auf dieselbe Weise. An einer oder mehreren Stellen derselben *(Puncta ossificationis)* beginnt im Innern eine Ablagerung von Kalksalzen zugleich mit einer Aenderung der Knorpelelemente, welche Umwandlung nach einigen oder allen Seiten weiterschreitet und immer mehr Theile des Knorpels in Knochen überführt. Während dies geschieht, hört in den meisten Fällen der Knorpel in der einen Richtung zu wachsen auf und wird daher hier bald ganz zu Knochen, nach den andern dagegen wuchert er fort und liefert dem fortschreitenden Knochen immerzu neues knorpeliges Bildungsmaterial, das

zum Theil wie an den Epiphysen der Röhrenknochen zu besonderen Knochenkernen sich entwickelt. Doch steht der Knochen auch da, wo er den Knorpel vollständig aufgezehrt und dessen Perichondrium zu seinem Perioste gemacht hat, in seiner Vergrösserung nicht still, vielmehr tritt nun bis zum vollendeten Wachsthume an allen diesen Stellen ein neuer eigenthümlicher Bildungsmodus ein, der nämlich, dass eine an der Innenfläche des gefässreichen Periostes abgesetzte, organisirte, weiche Bildungsmasse von ihrer Berührungsfläche mit dem Knochen aus ossificirt, und in dem Maasse als dies geschieht, aussen aus vom Perioste geliefertem flüssigem Materiale sich nacherzeugt.

§. 103.

Veränderungen im ossificirenden Knorpel. Der lebhafte Vegetationsprocess in den Knorpelzellen zur Zeit der Verknöcherung eines Knorpels beruht darauf, dass dieselben, die bisher klein und mit wenig Tochterzellen erfüllt waren, zu wachsen beginnen und eine Generation von Zellen nach der andern aus sich erzeugen, und dasselbe zeigt sich auch an den Verknöcherungsrändern schon vorhandener Knochen, wo unmittelbar am Knochen grössere und je weiter weg um so kleinere Zellen sich finden. Alle in der Einleitung zur Verknöcherung begriffenen Zellen besitzen einen mehr klaren, seltener leicht granulirten Inhalt, einen deutlichen, bläschenartigen, runden Kern mit *Nucleolus* und leicht unterscheidbare Wandungen, verändern sich jedoch bei Zusatz von Wasser, Essigsäure, Alkohol, durch Eintrocknen u. s. w. sehr rasch, so dass der Inhalt um den Kern sich zusammenzieht und ein rundliches, längliches, zackiges, selbst sternförmiges, granulirtes, dunkles Körperchen (Knorpelkörperchen der Autoren) bildet. Ihre Grösse und Gruppirung variirt nach Alter und Ort nicht unbedeutend. Erstere anlangend, so zeigt sich während des Embryonallebens eine successive Zunahme derselben, während nach der Geburt ihre Grösse so ziemlich die gleiche zu bleiben scheint und in Bezug auf letztere gilt es als Gesetz, dass wo die Knorpel nur nach einer Richtung verknöchern, die Zellen am Knochenrande reihenförmig angeordnet sind. Am ausgezeichnetsten ist dies, wie längst bekannt, an den Diaphysenenden der grösseren Röhrenknochen, wo die Reihen sehr zierlich und regelmässig parallel neben einander liegen und eine beträchtliche Länge besitzen, ebenfalls deutlich an allen übrigen langen Knochen und auch an manchen anderen, sobald ihr Korpel nur nach einer Seite ossificirt, wie an den Verbindungsflächen der Wirbel. Wo dagegen die Knochenkerne inmitten eines Knorpels nach allen Seiten sich vergrössern, sind die Knorpelzellen in rundliche oder länglich runde, unregelmässig durcheinanderliegende Häufchen gruppirt, wie in den kurzen Knochen bei ihrer ersten Bildung und in den Epiphysen. Eine genaue Vergleichung der den Ossificationsrändern näheren und entfernteren Zellen und der einzelnen Gruppen deselben selbst lehrt, dass ihre eigenthümliche Lage-

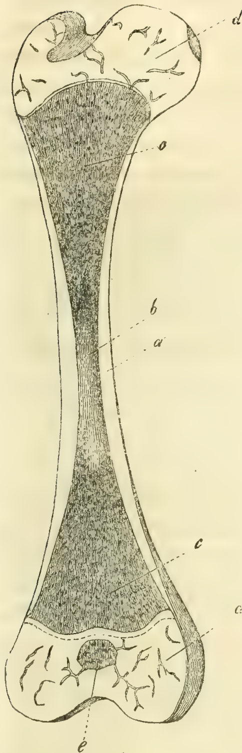
Fig. 130.



rung mit der Art und Weise ihrer Vermehrung in directem Zusammenhang steht. Jede einzelne Gruppe (oder auch zwei derselben) nämlich entspricht gewissermaassen Einer einzigen ursprünglichen Zelle und stellt Alle Abkömmlinge dar, welche im Laufe der Entwicklung aus derselben hervorgegangen sind. In den einen Fällen nun legen sich alle diese neugebildeten Zellen in eine oder zwei Reihen hintereinander und dann entstehen, wenn dieselben noch mehr wachsen, die oben erwähnten Reihen, in den anderen dagegen bilden sie eine mehr kugelförmige Masse. Die ursprünglichen Zellen (ersten Mutterzellen) gehen bei diesen Vorgängen, durch Verschmelzung ihrer Wände mit der Knorpelgrundsubstanz, bald als besondere Gebilde unter, bald nicht, und dasselbe gilt auch von denen der späteren Generationen. Bei den rundlichen Zellenhaufen ist, da sie kleiner sind, gewöhnlich letzteres der Fall und erkennt man meist um dieselben herum noch eine Contour, die nichts anderes als die ausgedehnte Wand der ersten Zelle ist, wogegen bei den Zellenreihen die Wände der ursprünglichen Zellen meist bis zum Unkenntlichen mit der Intercellularsubstanz verbunden sind. — Die gesammte Lage, welche die eben beschriebenen vergrösserten und in lebhafter Vermehrung begriffenen Zellen einschliesst, hat in den verschiedenen Knorpeln eine verschiedene Dicke, eine geringe um die Kerne der Epiphysen und kurzen Knochen herum, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}'''$ an den Diaphysen. Ueberall zeichnet sie sich durch ihre gelbliche durchscheinende Farbe und und ihre streifige, scheinbar faserige Grundsubstanz von den übrigen wie gewöhnlich bläulichweissen, mit homogener oder granulirter Zwischensubstanz versehenen Knorpeltheilen aus.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung sind die in ossificirenden Knorpeln

Fig. 130. Senkrechter Schnitt aus dem Verknöcherungsrande der Diaphyse des *Femur* eines 2 Wochen alten Kindes 20 mal vergr. *a*. Knorpel, dessen Zellen, je näher dem Verknöcherungsrande in um so grösseren Längsreihen beisammenstehen. *b*. Ossificationsrand; die dunklen Streifen bedeuten die in der Intercellularsubstanz voranschreitende Ossification, die helleren Linien die später ossificirenden Knorpelzellen. *c*. Compacte Knochenlage nahe am Verknöcherungsrande. *d*. Durch Resorption gebildeter Knochensubstanz entstandene *Substantia spongiosa* mit Markräumen *e*, deren Inhalt nicht gezeichnet ist.



auftretenden Gefässe, die von der Mitte des Fötallebens an sehr vielen Orten sich finden, kürzere oder längere Zeit den später auftretenden Knochenkernen vorangehen und ihr Wachsthum begleiten und selbst bei einem 18jährigen im Gelenkknorpel der Epiphysen der langen Röhrenknochen von mir beobachtet wurden, wo sie vom Knochen aus in grosser Zahl senkrecht in den Knorpel eindrangen, sich verästelten und etwas unter der freien Fläche desselben endeten. Die Knorpelgefässe liegen ohne Ausnahme in weiten, schon beim 5monatlichen Fötus 0,02—0,04‴ messenden, im Knorpel ausgegrabenen und von länglichen schmalen Knorpelzellen begrenzten Canälen, den Gefässcanälen der Knorpel oder Knorpelcanälen, welche vom Perichondrium aus und, wenn schon ein gefässreicher Knochenkern da ist (Diaphysen), auch, obschon in früheren Zeiten wenigstens in geringerer Zahl, von dem Verknöcherungsrande desselben aus in den Knorpel eindringen, in verschiedenen geraden Richtungen unter Abgabe einiger Aeste denselben durchziehen und allem Anscheine nach ohne Anastomosenbildung oder sonstigen Zusammenhang blind und meist kolbig angeschwollen enden. Diese Canäle entstehen durch eine Verflüssigung der Elemente des Knorpels, ähnlich wie die Markräume der Knochen selbst, enthalten ursprünglich eine aus kleinen rundlichen Zellen zusammengesetzte Bildungsmasse (Knorpelmark), entsprechend dem fötalen Knochenmark, und entwickeln in kurzer Zeit aus dieser wirkliche blutführende Gefässe, und eine aus mehr oder weniger entwickeltem Bindegewebe und später auch aus elastischen Fäserchen gebildete Wand. Die Gefässe selbst anlangend, so finde ich bald nur ein grösseres Gefäss (oft ganz deutliche Arterien mit muskulösen Wänden), bald zwei solche, bald Capillaren in verschiedener Zahl in einem Canal, bin jedoch nicht im Stande zu sagen, wie der Kreislauf in diesen Gefässen sich macht. Es müssen entweder Anastomosen der Gefässe verschiedener Canäle sich finden oder, wenn die letzteren wirklich geschlossen sind, in einem und demselben Canal doch wohl Arterien und Venen vorhanden sein. — Die Bedeutung dieser Knorpelgefässe scheint eine doppelte zu sein, vor Allem die: den Knorpeln die zu ihrem Wachsthume und ihrer Weiterentwicklung nöthigen

Fig. 131. Oberschenkel eines 2 Wochen alten Kindes, natürliche Grösse. *a. Substantia compacta* der Diaphyse; *b* Markhöhle; *c. Substantia spongiosa* der Diaphyse; *d.* knorpelige Epiphysen mit Gefässcanälen; *e.* Knochenkern in der unteren Epiphyse.

Substanzen zuzuführen und zweitens auch die Ossification zu fördern. Das Erste ist sehr augenfällig bei den dicken Epiphysenknorpeln, die so lange fortwachsen, bevor sie ossificiren und auch später in der Vergrösserung nicht stille stehen und das Letztere vielleicht vorzüglich bei den kurzen Knochen verwirklicht, die erst unmittelbar vor der Verknöcherung Gefässe erhalten. Hiermit soll nicht gesagt sein, dass ein Knorpel ohne Gefässe nicht wachsen oder nicht ossificiren kann; allein wenn Solches in der That bei Thieren, und vielleicht auch beim Menschen normal an einigen Orten (beim Auftreten der ersten Ossificationspunkte der Embryonen, derjenigen in den Gehörknöchelchen z. B.) geschieht, so beweist dies noch nicht, dass die Gefässe, wo sie sich finden, für die bezeichneten Vorgänge ohne Bedeutung sind und es ist daher nicht zu billigen, wenn man, wie *H. Meyer* neulich, dieselben für etwas Zufälliges mit der Entwicklung der Knochen nicht in nothwendigem Zusammenhange Stehendes hält.

§. 104.

Ossification des Knorpels. Die Verknöcherung der Grundsubstanz schreitet in der Regel derjenigen der Knorpelzellen etwas voran und kommt unter normalen Verhältnissen uranfänglich durch körnige Niederschläge von Kalksalzen, sogenannte Kalkkrümel, zu Stande. Wo am Verknöcherungsrande Zellenreihen sich finden, gehen diese Niederschläge überall, auf Längsschnitten in Gestalt von spitzen Zacken, in die Fasersubstanz zwischen die Reihen hinein und umhüllen die untersten Theile derselben nach Art kurzer Röhren scheidenartig und im Wesentlichen dasselbe zeigt sich auch an den übrigen Stellen, wo die Knorpelzellen mehr in rundlichen Gruppen stehen, nur dass hier die verknöchernde Grundsubstanz mehr netzförmig dieselben umgibt. Die Kalkkrümel, die erste sichtbare Ablagerung der Erdsalze der Knochen, sind rundlich eckig von Gestalt, weiss bei auffallendem, dunkel bei durchfallendem Licht, unter C̈-Entwicklung leicht löslich in Säuren und in verschiedenen Knochen verschieden gross, vom unmessbar Feinen bis zu 0,001, selbst 0,002‴; doch scheint ihre Grösse nicht gerade nach Zeit und Ort sich zu richten, obschon sie allerdings häufig gleichmässig hier feiner, dort gröber auftreten, eher noch nach etwa vorkommenden Wechseln in der Zufuhr plastischer Stoffe zum Verknöcherungsrande. Verfolgt man auf mikroskopischen Schnitten die Krümel von dem letzteren in das Innere des jungen Knochens hinein, so zeigt sich, dass derselbe noch auf eine gewisse Strecke, obschon mit abnehmender Deutlichkeit, das körnige und dunkle Ansehen des Randes selbst darbietet, dann aber allmälig immer gleichförmiger, heller und durchsichtiger wird und endlich so ziemlich das Ansehen ganz fertigen Knochengewebes annimmt. Allem Anscheine nach verschmelzen die ursprünglichen Krümel nach und nach mit einander, imprägniren so, statt wie früher nur einzelne Theilchen, das

ganze Gewebe der Grundsubstanz des Knorpels und verschwinden sofort als isolirt zu unterscheidende Theile.

Die Bildung der Knochenzellen anlangend, so glaube ich durch Auffindung eines ausgezeichneten Objectes für die Beobachtung derselben, nämlich der rhachitischen Knochen, die Sache in den wesentlichsten Punkten ins Reine gebracht zu haben. Die Knochenzellen nämlich bilden sich, wie es schon *Schwann* als möglich und *Henle* als Vermuthung aufstellten, nach Analogie der verholzten Pflanzenzellen mit Poren- oder Tüpfelcanälen, aus den Knorpelzellen durch Verdickung ihrer Wand unter gleichzeitiger Bildung von canalartigen Lücken in derselben und Verknöcherung. Bei rhachitischen verknöchernden Diaphysen (Fig. 132) lässt sich das Morphologische dieses Vorganges aufs schönste beobachten. Verfolgt man die reihenweise gestellten, hier grösseren Knorpelzellen des Ossificationsrandes von aussen nach innen, so findet man bald, dass dieselben da, wo die Ablagerung der Kalksalze, die meist ohne Kalkkrümelbildung zu Stande kommt, beginnt, statt ihrer nur durch eine einzige, mässig starke Linie bezeichneten Hülle eine dickere Membran zeigen, die auf der innern Seite zarte Einkerbungen besitzt. Hat dieselbe nur 0,001''' Dicke erreicht (Fig. 132 *d*), so erkennt man schon, dass die Knorpelzellen in Knochenkörperchen sich umzuwandeln im Begriffe sind, und noch deutlicher wird dieses, wenn man weiter nach dem Knochen zu die Dicke der besagten Membranen unter gleich-

Fig. 132.

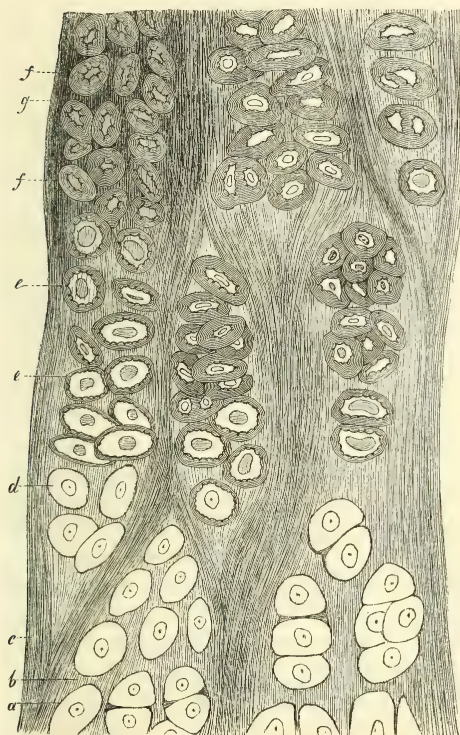


Fig. 132. Aus dem Ossificationsrande der *Condyli ossis femoris* eines zwei Jahre alten rhachitischen Kindes 300 mal vergr. *a.* Knorpelzellen, einfache und Mutterzellen, in Reihen; *b.* mehr homogene, *c*, streifige Grundsubstanz zwischen denselben; *d.* Knorpelzellen im ersten Beginne ihrer Umwandlung in Knochenzellen; *e.* solche schon weiter vorgeschritten mit sehr verdickter Wand, Andeutung der Porencanälchen, beginnender Ablagerung von Kalksalzen in die Wände, daher dunklerer Farbe derselben, jedoch mit deutlichen Kernen; *f.* Knochenzellen noch entwickelter und mehr ossificirt in ebenfalls verknöchernder Grundsubstanz

zeitiger Verkleinerung des Lumens der Zelle immer mehr zunehmen, die Kerben ihrer innern Begrenzungslinie schärfer hervortreten und zugleich mit dem Vorschreiten dieser Veränderungen auch die Wandungen durch Aufnahme von Kalk immer dunkler sich färben sieht (Fig. 132 *e*). Die späte Verknöcherung der Grundsubstanz zwischen den Zellen erleichtert die Beobachtungen aller dieser Veränderungen sehr und erlaubt nicht bloss die ersten Verwandlungen der Knorpelzellen ganz genau zu erforschen, sondern auch die Zustände derselben in späteren Zeiten, wo sie schon Knochenzellen und Knochenhöhlen genannt werden müssen, Schritt für Schritt zu verfolgen. Diesem Umstande allein ist es zuzuschreiben, dass sich hier auch noch die nicht uninteressante Thatsache feststellen lässt, dass Knorpelzellen, die Tochterzellen in sich schliessen, in ihrer Gesammtheit in eine einzige zusammengesetzte Knochenzelle übergehen. Sehr häufig finden sich solche mit zwei Höhlen, die je nach dem Grade der Entwicklung bald weit und mit kurzen Ausläufern versehen sind, bald durch enge Höhlungen und lange Canälchen ganz an ausgebildete Knochenhöhlen erinnern; seltener sind zusammengesetzte Zellen mit 3, 4 und 5 Höhlen, jede noch mit Resten des ursprünglichen Inhaltes und Zellenkernes, doch kommen auch solche hie und da fast in jedem Präparate vor. Wenn nun die Knorpelzellen auf die angegebene Weise in evidente, jedoch in nicht verknöcherter Grundsubstanz frei nebeneinanderliegende, Kerne und sonstigen Inhalt führende Knochenzellen übergegangen sind, so treten endlich die letzten Veränderungen ein, in Folge welcher die rhachitische Knochensubstanz so ziemlich die Natur gesunden Gewebes annimmt. Dieselben beruhen, in so fern sie die Knochenzellen betreffen, vorzüglich darauf, dass erstens auch die Grundsubstanz und zwar ebenfalls ohne anfängliche Kalkkrümel zu verknöchern beginnt und zweitens in sie und in die verdickten Zellenwände immer reichlichere Mengen von Kalk sich absetzen. In Folge dieser Processe nimmt die neue Knochensubstanz für das blosse Auge eine immer weissere Färbung an und erscheint unter dem Mikroskope immer dunkler und durchsichtiger; ferner wird dieselbe nun auch gleichförmiger, die scharfe Begrenzung der Knochenzellen verliert sich immer mehr, bis dieselben am Ende nicht als freie, in der Grundsubstanz liegende zellenartige Körper erscheinen, sondern, mit derselben ganz verschmolzen, nur noch in ihren eigenthümlich gestalteten sternförmigen Höhlungen, den sogenannten Knochenkörperchen oder den Knochenhöhlen und Knochencanälchen, sich erkennen lassen.

Sucht man, wenn man von rhachitischen Knochen her den Vorgang der Knochenzellenbildung kennt, an normalen Knochen zu derselben Einsicht zu gelangen, so wird man die Sache nicht mehr so schwierig finden wie früher, wo einem beständig die verschiedensten Hypothesen ohne einen ganz sichern Halt vorschwebten; doch muss die Verfolgung der Verhältnisse bei menschlichen und auch bei thierischen sich entwickelnden Knochen immerhin als eine sehr mühevolle und oft wenig lohnende be-

zeichnet werden. Man sieht hier (siehe meine *mikr. Anat.* Tab. III. Fig. 6) wohl mit Sicherheit, dass die Knochenzellen etwas hinter dem Verknöcherungsrande sich verdicken und, während ihr Lumen und ihre Kerne noch theilweise sichtbar bleiben, mit Kalkkrümeln sich besetzen, und ist auch im Stande, solche incrustirte Zellen zu isoliren, allein wie nun die Veränderungen weiter vorschreiten, das ist, wie ich behaupten muss, auch nicht entfernt mit der Bestimmtheit zu sehen, wie bei rhachitischen Knochen, da weiter nach innen das junge Mark mit seinen Gefässen und die Kalkkrümel meist alles unklar machen und erst in der homogen und durchsichtiger gewordenen Knochenpartie deutliche, aber fast fertige Knochenhöhlen auftreten. Nichts destoweniger ist nach Allem, was man findet, nicht im Mindesten daran zu zweifeln, dass die Vorgänge im Wesentlichen dieselben sind, wie bei Rhachitis, nur dass hier die Ossification der verdickten Wände der Knorpelzellen zwei Stadien durchläuft, statt wie dort nur Eines, indem dieselben anfangs durch Kalkkrümel granulirt sind und dann erst homogen werden. Uebrigens habe ich auch an ganz normalen Knochen beim Erwachsenen einige Stellen gefunden, von denen, unabhängig von mir, auch *H. Meyer* neulich (l. c.) einige beschreibt, nämlich die Symphyse der Schambeine, die Synchondrosen der Wirbelkörper und die der Hüftbeine und des Kreuzbeines und die Ansatzstellen einiger Knorpelzellen haltenden Sehnen an Knochen, an denen man an der Grenze zwischen Knorpel oder Sehne und Knochen zum Theil constant die herrlichsten, in den verschiedenartigsten Uebergangsstadien zu Knochenzellen befindlichen Knorpelzellen, namentlich solche mit verdickten Wänden und mehr oder weniger weit gediehener Ablagerung von Kalkkrümeln und fast fertige Knochenzellen mit Poren und mehr homogener Wand frei noch in der Grundsubstanz des Knorpels liegen sieht (Fig. 123), so dass ich meinen obigen Ausspruch über die Entstehung der Knochenzellen mit Sicherheit auch auf die normalen Verhältnisse stützen kann. An den letzterwähnten Stellen sah ich auch halb und ganz ossificirte Mutterzellen mit 2 bis 12 eingeschlossenen Tochterzellen aufs allerschönste und sehr häufig.

Ein Punkt ist übrigens bei der Entwicklung der Knochenzellen noch räthselhaft oder wenigstens nicht direct beobachtet, nämlich wie deren Poren oder die Knochencanälchen zu verästelten Räumen werden, mit denen anderer Zellen in Communication gerathen und an verschiedenen Stellen offene Mündungen erhalten. Was man an rhachitischen Knochen und anderwärts sieht, ist nur das, dass die Verdickung der ossificirenden Knorpelzellen nicht mit einem geraden, sondern einem gekerbten Rande vorschreitet, und zwar von dem ersten Beginn derselben an bis zu ihrer Vollendung, und dass die Knochenzellen anfänglich einfachere Ausläufer haben als später, Alles Andere dagegen bleibt der Beobachtung entrückt. Da es nun aber keinem Zweifel unterliegt, dass die Knochencanälchen vielfältig anastomosiren und ebenso häufig an der äusseren Oberfläche der Knochen oder in die inneren Räume derselben sich öffnen, so stehe ich

nicht im Geringsten an, eine Fortbildung oder ein Weiterschreiten der als einfache Zweige der Knochenhöhlen entstandenen Knochencanälchen durch Resorption von schon gebildeter Knochensubstanz anzunehmen. Wodurch eine derartige Resorption zu Stande kommt, ist freilich nicht anzugeben, allein das möchte kein Grund gegen die Annahme derselben sein, da wir eine solche in noch ganz anderem Maassstabe bei der Bildung der Markhöhlen und Markräume auftreten sehen (siehe weiter unten). Mir will es scheinen, als ob bei der Weiterbildung der Knochencanälchen vorzüglich die Saftströmungen im Knochen betheiligt wären, um so mehr, da ja doch schon die ersten Anlagen der Canälchen offenbar wie Tüpfelcanäle verholzender Pflanzenzellen, nichts anderes als die Stellen bezeichnen, an denen die verknöchernden Knorpelzellen noch Säfte aufnehmen und abgeben, wesshalb sie auch ihre Richtung vorzüglich nach den Plasma zuführenden inneren und äusseren Oberflächen der Knochen nehmen. Es kommt mir wohl gedenkbar vor, dass nach geschehener vollkommener Verknöcherung der Knorpelsubstanz das aus den Blutgefässen des Periostes und der Markräume stammende Ernährungsfluidum 1) nach den ihm so zu sagen noch einzig offenstehenden Knochenhöhlen und ihren Ausläufern hin neue Wege sich bahnt und so das Ausmünden derselben an den inneren und äusseren Oberflächen der Knochen bewirkt und 2) auch von den ihm zunächstliegenden Höhlen aus weiter sich gräbt und so schliesslich eine Verästelung derselben und zahlreiche Communicationen der verschiedenen Höhlen zu Stande bringt. Dem zufolge würde eine secundäre Bildung von Knochencanälchen nicht bloss im Bereiche der verdickten Wände der ursprünglichen Zellen, sondern auch in der Grundsubstanz des Knochens und zwar in sehr erheblichem Grade stattfinden müssen, wie leicht zu ermessen ist, wenn man die Entfernungen der anastomosirenden Höhlen mit den Durchmessern der ursprünglichen Knorpelzellen vergleicht.

Die Entwicklung der Markräume und des Knochenmarks ist gewissermaassen der letzte Act bei der Umwandlung von Knorpel in Knochen. Die Markräume entstehen nicht durch Verschmelzung der Knorpelzellen, sondern durch Auflösung mehr oder minder fertiger Knochensubstanz, gerade wie auch die grossen Markhöhlen der Röhrenknochen. Untersucht man die Diaphysen eines gesunden oder rhachitischen Knochens, so überzeugt man sich an beiden, vor Allem schön an Letzterem, hievon aufs Bestimmteste. Am Verknöcherungsrande selbst ist die Knochenmasse auf eine Entfernung von beiläufig $1/5$—$1/3'''$ ganz compact ohne Spur von grösseren Höhlungen und theils aus verknöchernder Grundsubstanz, theils aus in der Umwandlung in Knochenzellen mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Knorpelzellen zusammengesetzt (m. *Mikr. Anat.* Tab. III.), dann aber treten zuerst kleinere und weiter nach innen grössere Höhlungen auf, deren ganzes Verhalten aufs Ueberzeugendste beweist, dass sie keiner Entwicklung vorhandener Elemente ihren Ursprung verdanken. Dieselben

sind nämlich von ganz unregelmässigen Contouren begrenzt, oft wie ausgefressen, meist breiter als die Knorpelzellen, länglichrund, rundlicheckig und das erwähnte compacte Gewebe, Grundsubstanz und Knochenzellen, verschiedentlich durchsetzend. Betrachtet man die Ränder und Begrenzungsflächen dieser Räume genau, so wird es in vielen Fällen leicht, mehr oder minder angefressene Knochenzellen, halb vorstehend oder in die Wände eingegraben, und zwischen denselben Vorsprünge der ossificirten Grundsubstanz zu erkennen, so dass über die Entstehung derselben nicht die leisesten Zweifel bleiben. Freilich lässt sich auch hier so wenig als bei der Entstehung der analogen Knorpelcanäle und der Weiterbildung der Ausläufer der Knochenhöhlen angeben, wodurch die fragliche Resorption zu Stande kommt, ja es wird dieselbe noch räthselhafter dadurch, dass, dieselbe als sicher vorhanden angenommen, dannzumal in den ossificirenden Knochen fast dicht nebeneinander eine Knochenbildung und eine ihr nur um weniges an Energie nachstehende Auflösung des Gewebes vorkommen, allein die angegebene Bildungsweise der Markräume steht morphologisch ganz fest und es wird daher die Aufgabe der Chemie und Physiologie sein, das Auffallende bei der Sache zu lösen. Wie in den Diaphysen, so bilden sich auch bei der Ossification aller anderen Knorpel Markräume durch Resorption innerer Theile des halb Verknöcherten, nur ist zu erwähnen, dass diese Räume nicht in allen Knochen dieselbe Gestalt, Richtung und Grösse zeigen, worüber jedoch keine speciellen Angaben nöthig sind, da die Verhältnisse dieser primitiven spongiösen Substanz im Hauptsächlichen dieselben sind wie später. Noch kann bemerkt werden, dass wahrscheinlich in vielen Knochen einzelne Markräume unmittelbar aus Knorpelcanälen sich hervorbilden, da wenigstens ein Theil der letzteren am Ossificationsrande direct mit den Räumen im Knochen in Verbindung steht, ferner dass häufig auch noch nicht ganz zu Knochenzellen gewordene Knorpelelemente in den Process der Verflüssigung gezogen werden.

Die Markräume füllen sich, so wie sie entstehen, mit einer weichen röthlichen Substanz, f ö t a l e m M a r k. Dasselbe besteht anfänglich aus nichts als aus etwas Flüssigkeit und vielen rundlichen Zellen, mit einem oder zwei Kernen und leicht granulirtem Inhalt, von denen ich nicht sagen kann, wie sie entstehen, nur so viel, dass sie durchweg neue Bildungen sind. Mit der Zeit entwickeln sich diese Zellen, die mit den auch bei Erwachsenen in gewissen Knochen vorkommenden (siehe oben) ganz identisch sind, in gewöhnlicher Weise zu Bindegewebe, Blutgefässen, Fettzellen und Nerven. Die Blutgefässbildung schreitet sehr rasch voran, so dass die Knochen kurze Zeit nach der Entwicklung der Markräume auch schon Blutgefässe in denselben haben, langsamer die des Fettes und der Nerven, doch sind zur Zeit der Geburt die letzteren, natürlich mit feineren Fasern als später, in den grossen Röhrenknochen sehr leicht, ja leichter als beim Erwachsenen zu sehen, weil um diese Zeit das Mark sich noch leichter von ihnen und den grossen Gefässen abspülen lässt.

Die Fettzellen kommen um diese Zeit nur spärlich vor, vielmehr ist das Mark, wenigstens beim Menschen, noch ganz roth vom Blut und den leicht röthlich gefärbten Markzellen. Nach der Geburt mehren sich dieselben nach und nach, bis endlich das Mark in Folge ihrer ungemeinen Zunahme und des Schwindens der Markzellen, die schliesslich Alle in den Elementen des bleibenden Markes aufgehen, seine spätere Farbe und Consistenz annimmt.

Bei vielen knorpelig vorgebildeten Knochen von Vögeln und Amphibien beginnt nach *Rathke* und *Reichert* (l. c.) die Ossification aussen am Knorpel, so dass zuerst ein Knochenrohr mit Knorpel im Innern und an den Enden entsteht. Dann macht der Knorpelrest im Innern dem Marke Platz, während aus dem der Enden die Epiphysen sich gestalten.

Sollte der Inhalt der Knorpelzellen oder die Knorpelkörperchen der Autoren wirklich von einer Membran umhüllt sein wie *Virchow* vermuthet, so könnte eine solche dem Primordialschlauche der Pflanzenzellen analoge Hülle (siehe oben §. 8) auch an dem Inhalt der Knochenzellen statuirt und angenommen werden, dass dieselben vielleicht bei der ersten Bildung der Knochencanälchen, ihrer Weiterbildung und ihrem endlichen Anastomosiren wesentlich sich mit betheiligt, indem sie sternförmig auswächst. Dann würden sich auch die von *Virchow* (*Würzb. Verh. Bd. I*) beschriebenen sternförmigen und isolirbaren Knorpelzellen aus einem Enchondrom, um deren innere Theile herum Contouren rundlicher Zellen sichtbar waren, begreifen lassen, und auch die Möglichkeit der Isolirung sternförmiger Gebilde aus normalen Knochen (siehe oben) sich erklären. — Meine Darstellung der Bildung der Knochenhöhlen in rhachitischen Knochen bestätigen *Rokitansky* und *Virchow* (*Würzb. Verh. II*), während *Robin* sie für unrichtig erklärt und eine mir unverständliche Beschreibung ihrer Bildung gibt. Ich empfehle *Robin* rhachitische Knochen, das Cement des Pferdezahnes und die Symphysen (St. 219), die er offenbar nicht kennt und hoffe dass er dann ebenfalls dazu kommen wird, *Schwann's* und meine Auffassung noch nicht für veraltet zu halten.

§. 105.

Elementarvorgänge bei den Ablagerungen aus dem Perioste. Das Periost der knorpelig präformirten Knochen ist relativ sehr dick und gefässreich und besteht schon vom fünften Fötalmonate an aus gewöhnlichem Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, von denen die letzteren mit der Zeit immer stärker werden und hie und da die Natur elastischer Fasern annehmen. An der innern Seite dieser ganz ausgebildeten Beinhaut nun sitzt ossificirendes Blastem fest am Knochen adhärirend (Fig. 133 *B*), so dass es beim Abziehen derselben meist an ihm liegen bleibt. als eine mässig

Fig. 133.

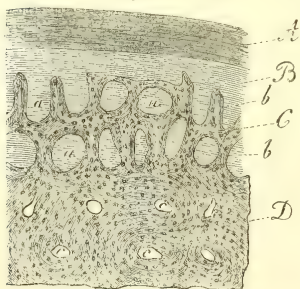


Fig. 133. Querschnitt aus der Oberfläche der Diaphyse des Metatarsus des Kalbes, 45 mal vergr. *A*. Periost. *B*. Ossificirendes Blastem. *C*. Junge Knochenlage mit weiten Räumen *a*, in denen Reste des ossificirenden Blastemes sitzen, und netzförmig verbundenen Balken *b*, die ziemlich scharf gegen das Blastem sich abgrenzen. *D*. Entwickeltere Knochenlage mit Haversischen Canälen *c*, die von ihren Lamellen umgeben sind.

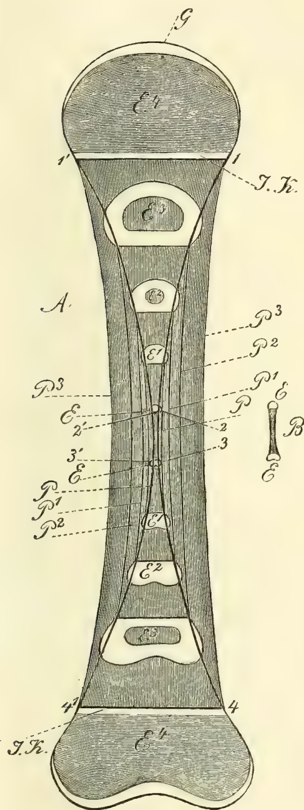
dicke, weiche, weissgelbliche Lamelle, in der die mikroskopische Untersuchung ein Fasergewebe mit nicht gerade besonders deutlicher Fibrillenbildung etwa wie unreifes Bindegewebe und granulirte, länglichrunde oder runde kernhaltige Zellen von 0,006 — 0,01‴ Grösse nachweist. Hebt man diese Lamelle von dem Knochen ab, so findet man, dass sie sehr innig mit den oberflächlichsten Schichten desselben zusammenhängt und trifft an ihrer inneren Seite gewöhnlich einzelne losgelöste Knochenfragmente und zerstreut stehende Häufchen von röthlichem, weichem Mark aus den oberflächlichsten Knochenräumen. Der entblöste Knochen hat, wenn die Ablösung vorsichtig und mit Glück erfolgte, eine rauhe, wie poröse Oberfläche, mit vielen markhaltigen Räumen und ist in seinen äussersten Theilen auf grössere oder kleinere Strecken noch ganz weich, blassgelb und durchscheinend, weiter nach innen dagegen immer fester und weisslicher, bis er endlich das gewöhnliche Ansehen fertiger Knochensubstanz annimmt. Frägt man, wie die hier unzweifelhaft stattfindende Knochenbildung zu Stande kommt, so wird man auf das angegebene Blastem verwiesen, dessen in bindegewebeartige Fasern eingestreute Zellen mit Knorpelzellen nicht die mindeste Aehnlichkeit haben, sondern ganz wie fötale Markzellen oder Bildungszellen von Embryonen aussehen. In der That ist es nun nicht so schwer nachzuweisen, dass die äussersten, noch weichen Knochenlamellen mit ihren einzelnen Balken und Vorsprüngen in besagtes Blastem übergehen und dass 1) die Grundsubstanz des Knochens aus dem Fasergewebe desselben durch einfache gleichmässige Ablagerung von Kalksalzen, jedoch, wie es scheint, in der Regel ohne vorheriges Auftreten von Kalkkrümeln entsteht, und 2) die Knochenzellen aus den Bildungszellen des Blastemes sich hervorbilden; doch lässt sich in Betreff der letzteren die Umwandlung nicht Schritt für Schritt verfolgen, wie bei rhachitischen Knochen. Immerhin sieht man so viel, dass die Knochenzellen anfangs grössere Höhlen, weniger entwickelte Strahlen und deutlichere Kerne (letztere, wie wir wissen, bleibend) haben und, wie ihre noch hie und da sichtbaren Contouren lehren, auch in der Grösse ganz mit den angeführten Zellen übereinstimmen, so dass ich keinen Augenblick daran zweifle, dass dieselben hier ebenso wie an anderen Orten sich bilden. In Betreff der Entwicklung des ossificirenden Blastemes selbst, so ist so viel sicher, dass dasselbe aus den so zahlreichen Gefässen des fötalen und jungen Periostes stammt; die Enstehung seiner Fasern aus Spindelzellen habe ich beim Menschen und bei Thieren sehr häufig gesehen, kann dagegen über die der Zellen nur Das anführen, dass dieselben in verschiedenen Grössen und auch hie und da mit freien Kernen untermischt vorkommen.

Die Knochenbildung in dem erwähnten Blasteme findet sich zwar an Allen Stellen, wo dasselbe mit dem Knochen in Verbindung ist, hat jedoch nicht in zusammenhängenden, sondern in netzförmig durchbrochenen Lamellen statt. Die rundlichen oder länglichen Räume (Fig. 133. *a*), die von Anfang an zwischen dem Knochenge-

webe übrig bleiben und in den verschiedenen Schichten mit einander in Gemeinschaft stehen, sind nichts als die Anlagen der Haversischen oder Gefässcanälchen der compacten Substanz, und enthalten weiches röthliches Mark, das offenbar anfänglich nichts anderes als der nicht ossificirende Theil des knochenbildenden Blastemes ist, jedoch bald mehr Bildungszellen als Bindegewebe führt. Sehr bald gestalten sich die Zellen dieser Räume zu gewöhnlichen leicht röthlichen Markzellen und verwandeln sich zum Theil in Gefässe, welche mit denen der inneren Theile des Knochens und namentlich auch mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen und einmal mit den Letzteren vereint, während des ganzen Dickenwachsthumes der Knochen mit ihnen in Communication bleiben, so dass die Bildung der Knochenlücken wenigstens später durch dieselben vorgezeichnet ist, die, dem Gesagten zufolge, aus der Beinhaut durch das ossificirende Blastem zum Knochen gehen. Ausser Markzellen und Gefässen, sowie etwas Bindegewebe, enthalten die Knochenräume der Periostablagerungen auch noch runde, längliche oder zackige, abgeplattete, leicht granulirte, zellenartige Körper von 0,01—0,02''' und darüber Grösse, mit 3 bis 12 und mehr bläschenartigen Kernen und Kernchen die wahrscheinlich zur Vermehrung der Markzellen in Beziehung stehen (siehe §. 11). Die Periostablagerungen, die, dem Gesagten zufolge, von Anfang an als siebförmig durchbrochene Lamellen die aus Knorpel entstandenen Knochenkerne umlagern, dauern nun, so lange die Knochen überhaupt wachsen, wesentlich in derselben Weise fort und bewirken die Dickenzunahme derselben, zugleich ergeben sich aber auch mehr oder minder wesentliche Veränderungen in ihnen und zwar die bedeutendsten in den grossen Röhrenknochen. Bei diesen finden wir, dass nach und nach, und zwar von der Geburt an deutlicher, im Innern eine grosse Höhle, anfangs mit fötalen Markzellen und später mit fertigem Marke erfüllt, sich entwickelt. Diese Markhöhle bildet sich ganz nach Analogie der schon im vorigen Paragraphen beschriebenen Markräume durch Verflüssigung der Knochensubstanz im Mittelstück und zwar zuerst nur der aus der primitiven knorpeligen Anlage entstandenen, bald auch der aus dem Perioste auf dieselbe aufgelagerten, und entwickelt sich bemerkenswerther Weise immer weiter, so lange der Knochen überhaupt wächst. Mithin wird, ähnlich wie an den Enden der Diaphysen, so auch an den Flächen derselben, während äusserlich immer neuer Knochen sich anlegt, der schon gebildete von innen her fortwährend resorbirt und zwar combiniren sich diese beiden Processe so, dass der Knochen während seiner Entwicklung gewissermaassen mehrmals sich regenerirt und z. B. der Humerus des Erwachsenen kein Atom der Knochensubstanz desjenigen des Neugebornen und dieser Nichts von dem des dreimonatlichen Embryo enthält. Am deutlichsten werden diese Verhältnisse, sowie überhaupt die der Periost- und Knorpelablagerungen zueinander durch ein Schema (Fig. 134), dessen ich mich schon längst bei meinen Vorträgen bediene. Vergleichen wir hier den ursprünglichen

Knochen EE mit dem fast fertigen E^4E^4, so zeigt sich, dass beim Längenwachsthum der Diaphyse des letzteren auf beiden Seiten auf Rechnung des fortwachsenden Epiphysenknorpels ein langer Conus von Knochenmasse 1, 2, 1^1, 2^1 und 3, 4, 3^1, 4^1 erzeugt worden ist, an den dann schliesslich die ebenfalls im Knorpel entstandenen Epiphysenkerne E^4E^4 sich anschliessen, während beim Dickenwachsthum desselben die immer längeren und in der Mitte immer dicker werdenden röhrenförmigen Schichten P, P^1, P^2, P^3 dazugekommen sind. Bei einem solchen Röhrenknochen hat demnach der gesammte, aus Knorpel gebildete Theil die Gestalt eines Doppelkegels mit abgerundeten Basen, der aus dem Periost abgelagerte 1, 2, 3, 4, P^3 und 1^1, 2^1, 3^1, $4^1 P^3$ die einer langen, in der Mitte dicksten Röhre ähnlich einem langgestreckten hohlen Fischwirbel mit konisch vertieften Endflächen. Der Gelenkknorpel G ist der nicht verknöcherte Rest des Epiphysenknorpels und die in der Figur nicht bezeichnete Markhöhle (man kann sich dieselbe ungefähr durch die Contouren des vierten Knochens E^3E^3 angedeutet denken), ist entstanden durch Resorption der gesammten aus Knorpel und Periost entstandenen Knochenmassen der jüngeren Knochen, hier der ersten drei EE, E^1E^1 und E^2E^2.

Fig. 134.



Bei den Röhrenknochen ohne Markhöhle und bei allen anderen Knochen, die im Innern nur schwammige Substanz enthalten, geht die Resorption lange nicht so weit wie in den eben beschriebenen Fällen, d. h. nur bis zur Erzeugung einer lockeren schwammigen Substanz im Innern, und wir finden daher z. B. in den Wirbeln auch von den früheren Knochenanlagen noch mehr oder minder bedeutende Reste. Immerhin

Fig. 134. Schema des Wachsthumes eines Röhrenknochens. *B.* Erste Anlage in der Diaphyse schon ossificirt mit knorpeligen Epiphysen. *A.* Derselbe Knochen mit noch vier weiteren Stadien, E^1PPE^1, $E^2P^1P^1E^2$, $E^3P^2P^2E^3$, $E^4P^3P^3E^4$. P $P^1P^2P^3$ Periostablagerungen dieser vier Knochen. Das zwischen 1, 2, 3, 4 und 1^1, 2^1, 3^1, 4^1 Befindliche bezeichnet den Theil, der am grössten Knochen aus Knorpel entstanden ist. E^1E^1 knorpelige Epiphysen des zweiten Knochens, E^2E^2 Epiphysen des dritten Knochens, die eine mit einem Knochenkern, E^3E^3, E^4E^4 Epiphysen des vierten und fünften Knochens, alle mit grösseren Epiphysenkernen. *G.* Gelenkknorpel, *I. K.* interstitieller Knorpel zwischen den knöchernen Epiphysen und Diaphysen.

betrifft die Resorption auch hier nicht bloss die aus dem Knorpel gebildeten Kerne, sondern auch die Periostablagerungen, von denen nur die letzten mehr in ihrer ursprünglichen Form als *Substantia compacta* dieser Knochen stehen bleiben.

Die Haversischen Canäle entstehen, wie aus dem Bisherigen zur Genüge hervorgeht, nicht wie die Markräume der primären Knochensubstanz durch Verflüssigung schon vorhandenen Gewebes, sondern sind nichts anderes als in den Periostablagerungen ursprünglich offenbleibende Lücken. Dieselben besitzen (siehe auch *Valentin Entw.* pg. 262) in früher Zeit eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, so im Humerus von fünf Monaten 0,016—0,024''', beim Neugebornen nach *Harting* (pg. 78) im Femur 0,010—0,024''', ebenso in den jüngst gebildeten Ablagerungen auch der späteren Perioden und sind in Bezug auf ihren Inhalt schon besprochen. Der wichtigste von ihnen noch zu erwähnende Umstand ist die Art und Weise, wie ihre Lamellensysteme entstehen. Dieselben kommen ebenfalls ohne Mithülfe von Knorpel zu Stande und sind nichts als successive Ablagerungen aus ihrem Inhalte, der, wie schon angegeben wurde, in seinen Fasern und Zellen mit denen des ossificirenden Blastemes innen am Perioste ganz übereinstimmt und gewissermaassen nur ein anfänglich nicht verknöcherter Ueberrest desselben ist. Leicht ist die Beobachtung dieser Verhältnisse an jungen Knochen, bei denen die Periostablagerungen, bevor sie einer etwaigen Auflösung anheimfallen, durch diese neuen secundären Lamellen immer compacter werden, aber auch in späteren Zeiten kann man an den Wänden der fraglichen Canälchen ein mehr oder weniger ossificirtes Blastem (immer ohne Kalkkrümel) sehr häufig wahrnehmen. Während so die Gefässcanälchen auf der einen Seite durch secundäre Anlagerungen sich verengern, welche gerade wie bei den Periostablagerungen selbst geschichtet erscheinen, weil entweder das ossificirende Blastem geschichtet ist oder die Knochenablagerung in bestimmten Zeiträumen Pausen macht, erweitern sich später wenigstens einige derselben durch Resorption, wie z. B. die *Canales nutritii*, die grossen Gefässöffnungen an den Apophysen u. s. w. und wird, wie schon bemerkt, die compacte Substanz an vielen Orten theilweise, an einigen selbst ganz resorbirt.

Wie die Knochen an den Stellen, wo Sehnen und Bänder ohne Vermittlung von Periost direct an sie sich einpflanzen, in die Dicke wachsen, ist noch unausgemacht. Vielleicht darf man aus dem Umstande, dass bei Erwachsenen an vielen solchen Stellen zwischen den Sehnenfasern wirkliche Knorpelzellen vorkommen, deren Uebergang in die Knochenzellen selbst da noch oft sehr schön zu sehen ist, schliessen, dass Aehnliches auch in früheren Zeiten sich findet. In der That habe ich auch bei jungen Individuen an den Ansatzstellen mancher Sehnen und Bänder (Achillessehne, *Lig. calcaneo-cuboideum*, *Aponeurosis plantaris* u. s. w.) an Knochen ebenfalls Knorpelzellen und ihre Metamorphosen in

Knochenzellen gesehen. Sehr häufig setzen auch Sehnen und Bänder an lange knorpelig bleibende Theile, Epiphysen, *Tuberositas calcanei* z. B., sich an und da kommt das Wachsthum dieser Stellen natürlich einfach auf Rechnung des Knorpels zu Stande.

Die Knochenbildung an der Innenseite des Periostes ist eine längst bekannte Sache, doch war man bisher allgemein der Ansicht, dass auch hier eine dünne Knorpellage derselben vorstehe, bis *Sharpey* und ich das Gegentheil bewiesen. — Zur Untersuchung der Art und Weise, wie die Knochen in die Dicke wachsen, sind seit der Entdeckung *Duhamel's (Mémoires de l'Académie de Paris* 1742, pg. 384 und 1743, pg. 138), dass die Knochen von Thieren durch Fütterung derselben mit Krapp *(Rubia tinctorum)* sich roth färben, an wachsenden Thieren namentlich durch *Flourens* eine grosse Anzahl von Experimenten mit dem genannten Farbstoffe gemacht worden, indem man anfänglich glaubte, dass derselbe nur die nach seiner Darreichung gebildeten Knochentheile färbe. Seitdem sich aber gezeigt hat *(Rutherford* bei *Hildebrandt-Weber I,* pg. 339, *Gibson* in *Meck. Arrhiv IV,* pg. 482, *Bibra* l. c. und *Brullé* und *Huguény* l. c.), dass bei Krappfütterung der ganze wachsende Knochen und auch die Knochen erwachsener Thiere sich färben und zwar vorzüglich von allen Stellen aus, an denen sie mit den Blutgefässen in Verbindung stehen, indem auch das Mark sich färbt *(Bibra)*, wesshalb auch die innersten Lagen der Haversischen Canälchen, die Oberflächen am Periost, die blutreiche junge Knochensubstanz intensiver sich röthen, hat diese Methode so ziemlich an Werth verloren, doch sind immer noch einige Punkte einer weitern Erforschung auf diesem Wege werth, namentlich mit Bezug auf die neueren Angaben von *Brullé* und *Huguény*, die, gestützt darauf, dass, wie sie behaupten, die Entfärbung wachsender gefärbter Knochen nur durch Resorption des Gefärbten zu Stande komme, gefunden haben wollen, dass die Röhrenknochen auch von innen, namentlich an den Apophysen Knochensubstanz ansetzen, während an der äusseren Fläche oft gerade eine Resorption stattfinde, Angaben, über die ich mir vorläufig kein bestimmtes Urtheil erlaube, obschon auch ich es für ganz sicher halte, dass an vielen Stellen auch äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung an Knochen eine Resorption stattfindet. Nur durch eine solche Resorption ist die Vergrösserung des *Foramen magnum* vom sechsten Jahre an, in welchem die es begrenzenden Stücke verschmelzen, zu denken, und dasselbe gilt auch von den Löchern der Wirbel für das Rückenmark, und vielen Gefäss- und Nervenöffnungen *(Foramen ovale* und *rotundum* des Keilbeins, *Foramina intertransversaria, Canalis caroticus* etc. etc.). Mithin ist das von *Serres* aufgestellte Gesetz (*Meck. Archiv* 1822, pg. 455), dass Knochenöffnungen durch das Wachsthum der einzelnen sie begrenzenden Stücke sich vergrössern, für alle mitten in Knochen liegenden Löcher und Canäle ganz unrichtig, wie dies schon *E. H. Weber* und *Henle* theilweise ausgesprochen, und auch für die anderen nur für die ersten Zeiten gültig.

Die Ablagerungen aus dem Periost stehen in einem gewissen Gegensatze zu der Knochensubstanz, die aus Knorpel sich entwickelt. Die ersteren bilden vorzüglich die feste Rinde der knorpelig präformirten Knochen und zeichnen sich durch das Vorkommen der Haversischen Canälchen und ihrer Lamellensysteme aus, während die letztere die *Substantia spongiosa* erzeugt und keine Gefässcanälchen führt. Doch ist nicht zu vergessen, dass auch die Periostablagerungen anfänglich alle gewissermaassen spongiös sind und in Allen diesen Knochen ohne Ausnahme zur Bildung der schwammigen Substanz und zwar oft sehr wesentlich beitragen, ferner dass auch in der zelligen Substanz, die aus Knorpel entsteht, in den Apophysen z. B., secundäre Ablagerungen, ähnlich denen der Haversischen Canäle und der aus Periostablagerungen entstandenen spongiösen Substanz, nur nicht so entwickelt, vorzukommen scheinen. Wie die Grundsubstanz der beiden hier in Frage stehenden

Knochengewebe morphologisch und chemisch sich verhält, ist auch noch nicht ausgemacht. Dagegen zeigen die Knochenhöhlen der beiderlei Theile nicht die geringsten Unterschiede.

§. 106.

Nicht knorpelig präformirte Knochen kommen beim Menschen nur am Schädel vor. Dieselben entstehen ausserhalb des Primordialcranium zwischen ihm und dem Muskelsysteme, also innerhalb der Gebilde, die das Wirbelsystem bilden, sind bei dem ersten Auftreten des Schädels als häutige und knorpelige Kapsel noch gar nicht vorhanden, sondern entstehen erst nach dem Primordialcranium aus einem secundären Blasteme, daher sie zum Unterschiede von den anderen primären Knochen, deren Bildungsmaterial früher da ist, secundäre Knochen oder auch, da sie an den meisten Stellen mit Theilen des Primordialschädels in Berührung sind, Deckknochen oder Belegknochen heissen. Es gehören zu denselben die Schuppe des Hinterhauptbeines in ihrer oberen Hälfte, die Scheitelbeine, Stirnbeine, Schuppen der Schläfenbeine und die Paukenringe, die Nasenbeine, Thränenbeine, Jochbeine, Gaumenbeine, Oberkiefer, Unterkiefer, die Pflugschaar und, wie es scheint, die innere Lamelle des Flügelfortsatzes des Keilbeines und die *Cornua sphenoidalia.* Das Blastem dieser Knochen, das, verschieden von dem der primären Knochen, erst mit der Ossification in einer membranösen Grundlage successive sich entwickelt und nicht schon vorher in einer grösseren Masse vorhanden ist, verhält sich im Wesentlichen ganz wie das der Periostablagerungen und ossificirt auch genau ebenso.

Die Annahme, dass gewisse Schädelknochen des Menschen und der Säugethiere nicht aus Knorpel sich entwickeln, ist keineswegs neu, doch haben erst *Rathke*, *Reichert*, *Jacobson* und ich das mehr Morphologische dieser Frage und *Sharpey* und ich das Histiologische derselben festgestellt. Mit Bezug auf letzteres herrscht jedoch immer noch eine Controverse über die Frage, welche Bedeutung das ossificirende Blastem (auch das der Periostablagerungen) habe, ob dasselbe eine Art Bindegewebe sei, wie ich glaube, oder einer Art Knorpel, wie *Reichert* u. *A. Bidder* annehmen, worüber in meiner Mikr. Anat. St. 374 u. 375 das Weitere nachzusehen ist.

§. 107.

Die nicht knorpelig präformirten Schädelknochen treten Alle zuerst in Gestalt eines ganz beschränkten, länglichen oder rundlichen, aus etwas Grundsubstanz und einigen wenigen Knochenhöhlen bestehenden Knochenkernes auf, der von einer geringen Menge weicheren Blastemes umgeben ist. Wie dieser Kern entsteht, ist noch nicht beobachtet, doch möchte aus der Art und Weise, wie er fortschreitet, mit Sicherheit zu entnehmen sein, dass kurze Zeit vor seinem Auftreten an seiner Stelle eine kleine Lamelle von dem weichen geschilderten Blasteme sich bildet, die dann von einem Punkte aus durch Aufnahme von Salzen und Metamor-

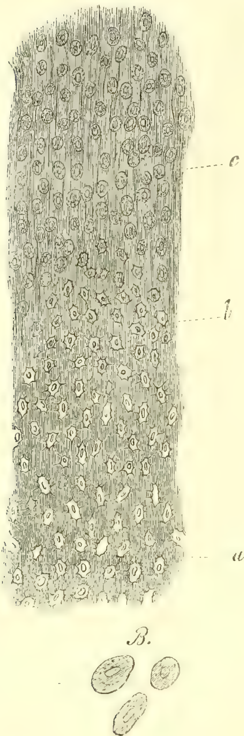
phose ihrer Zellen verknöchert. Ist einmal ein erster Knochenpunkt, z. B. beim Scheitelbein, da, so schreitet derselbe, während das membranartig ausgebreitete Blastem in der Fläche wächst, so fort, dass bald eine zarte Lamelle von netzförmig vereinten Knochenbälkchen entsteht, die mit feinen Strahlen in das noch nicht verknöcherte Blastem auslaufen (Fig. 135).

Fig. 135.



Untersucht man dieselbe genauer, so findet man, dass die einzelnen Knochenbälkchen in dem membranartigen Blasteme durch Ossification seiner Elemente entstanden sind und dasselbe gewissermaassen, wo sie sitzen, ganz aufgezehrt haben, während Reste davon in ihren Lücken liegen geblieben sind, ferner, dass die Bildung der Knochenelemente ganz wie bei den Periostablagerungen vor sich geht, indem die einzelnen Knochenstrahlen immer weicher, blasser und ärmer an Salzen und in ihren Zellen immer ähnlicher den weichen Bildungszellen, endlich ohne Grenze in das weiche Blastem auslaufen und in demselben sich verlieren. Anfänglich nun ist bei diesen Knochen nur ein Flächenwachsthum da, indem die Strahlen, weiter laufend, und durch Queräste sich verbindend, das anfängliche Netz immer weiter führen, bald aber tritt auch eine Verdickung der anfänglichen Lamelle durch innere und äussere, auf sie abgelagerte Schichten und zugleich ein Compacterwerden je der ältesten Theile ein. Erstere kommt auf Rechnung des Periostes, das an den Flächen der secundären Knochen kurze Zeit nach ihrem Auftreten gefunden wird und entweder aus deren ursprünglichem Blasteme oder aus den benachbarten Theilen (Perichondrium des Primordialschädels, Muskel- und Sehnenüberzüge) sich hervorbildet, und geht genau in derselben Weise wie bei den Periostablagerungen der knorpelig vorgebildeten Knochen vor sich, so nämlich, dass an der Innenseite derselben ein weiches Blastem sich anlagert, das von dem Knochen aus allmälig ossificirt, ohne je knorpelig gewesen zu sein (Fig. 136). Auf diese Weise nun bilden sich namentlich an der äusseren, aber auch an der inneren Seite des ersten Knochentäfelchens von demselben aus successive neue Lamellen und wird die Knochenanlage immer dicker. Alle diese neuen Lamellen sind wie die erste anfangs netzförmig durchbrochen und ihre rundlichen oder länglichen, verschieden grossen Zwischenräume communiciren mit denen der

Fig. 135. Scheitelbein eines 14 Wochen alten Fötus, 18 mal vergr.



schon vorhandenen und folgenden Lamellen, so dass die secundären Knochenkerne, gleich den Periostablagerungen, schon bei ihrem Enstehen von einem Netz von Canälen durchzogen sind, die wie dort bald, zum Theil wenigstens, als Haversische sich kund geben. Anfänglich nur von weichem Blasteme, den Resten des Bildungsmaterials der verschiedenen Lamellen, erfüllt, werden dieselben bald durch fortschreitende Ossificationen in demselben, die theils als Brücken durch sie hindurchsetzen, wie bei den Knochenstrahlen der Ränder, theils als Ablagerungen an ihre Wände erscheinen, immer mehr verengt und schliesslich die einen ganz geschlossen, die anderen in wirkliche Gefässcanäle umgewandelt, indem ihr Inhalt aus seinen mittlerweile entstandenen Markzellen Gefässe entwickelt, die mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen. Ist einmal ein solcher Knochen so weit, so ergeben sich seine späteren Veränderungen leicht. Durch immerfort an seinen Rändern und Flächen neu entstehendes Blastem wächst er so lange in die Fläche und Dicke fort, bis er seine typische Gestalt und Grösse erreicht hat und zugleich entsteht in seinem Innern durch Verflüssigung seiner compact gewordenen Substanz nachträglich spongiöse Substanz (oder selbst grössere Höhlen), so dass er dann, wie ein aus Knorpel und Periostablagerungen entstandener Knochen schliesslich ebenfalls aussen compacte Substanz mit Haversischen Canälchen, innerlich Markräume, jedoch mit deutlichen secundären Ablagerungen, enthält.

Die secundären Schädelknochen ossificiren zum Theil früher als die primären und meist nur mit Einem Kern. Das weiche Blastem, aus dem sie entstehen und das, so lange sie wachsen, an ihren Flächen und Rändern zu treffen ist, wächst nicht von sich aus, etwa wie ein Knorpel, mit ihnen fort, sondern bildet sich aus einem von den Gefässen ihres Periostes, dessen zwei Lamellen an ihren Rändern verschmolzen sind, successive abgesonderten Plasma Schritt für Schritt hervor. Die Zellen desselben, deren Umwandlung in Knochenzellen wie bei den Periostablagerungen nicht in allen Einzelnheiten zu verfolgen ist, sind länglich, messen beim Menschen meist 0,006—0,01''' und führen einen granulirten Inhalt mit länglichrunden Kernen von 0,0028—0,0048'''. Diejenigen unter ihnen, die das Dickenwachs-

Fig. 136. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300 mal vergr. *a*. Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b*. Rand desselben. *c*. Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B*. Drei dieser Zellen, 350 mal vergr.

thum besorgen, haben, mit Ausnahme derer der *Cavitas glenoidea ossis temporum,* nie die geringste Aehnlichkeit mit Knorpelzellen und verknöchern auch ohne Ausnahme mit ihrer Grundsubstanz ohne Kalkkrümel; die an den Rändern oder Enden dagegen können, wie es scheint, später die Natur von wahrem Knorpel annehmen. Das auffallendste Beispiel hiervon, findet sich am Kopfe des Unterkiefers, wo schon während des Fötallebens eine mächtige Knorpellage sich herstellt, die, so lange der Knochen wächst, gerade wie ein Epiphysenknorpel seinem Längenwachsthume vorsteht. Aehnliches fand ich noch an der Gelenkgrube des Schläfenbeins, wo jedoch der Knorpel minder entwickelt ist, am *Angulus maxillae inferioris* (beim Kalb) und an den vorderen Enden der beiden Unterkieferhälften, die durch eine halb faserige, halb knorpelige Masse, die mit der Symphyse sehr übereinstimmt, verbunden sind. Diese Thatsache verliert viel von dem Auffallendem, das sie zuerst an sich trägt, wenn man bedenkt, dass jeder Knorpel anfänglich weich ist und aus gewöhnlichen Bildungszellen besteht. Es brauchen daher nur zu einer gewissen Zeit die Bildungszellen des weichen Blastemes der secundären Knochen dieselben Veränderungen durchzumachen, wie die Bildungszellen des embryonalen Knorpels, um das Auftreten von Knorpel an den fraglichen Knochen zu bewirken. Weitere Untersuchungen müssen ergeben, ob solcher Knorpel nachträglich auch an anderen secundären Knochen und in welcher Ausdehnung derselbe bei Thieren sich findet. Noch kann erwähnt werden, dass, wenn ich früher angenommen, dass alle Verknöcherungen aus weichem Blasteme ohne Kalkkrümelablagerungen vor sich gehen, dies nur theilweise richtig ist, indem allerdings in manchen Fällen solche auch an diesen sich finden, jedoch nie in früheren Zeiten und im Ganzen genommen selten. Immerhin ist aber der Ossificationsrand auch in diesen Fällen nicht scharf, wie bei ossificirendem Knorpel.

Die letzten Veränderungen der secundären Knochen sind noch nicht alle genau erforscht. Wie dieselben unter einander und auch mit primären Knochen durch Nähte und Verschmelzung sich verbinden, ist so ziemlich bekannt. Am Schädeldach z. B. stehen die Knochen anfangs, da die ersten Knochenpunkte in der Gegend der Tubera der Scheitel- und Stirnbeine entstehen, weit auseinander und sind nur durch eine fibröse Haut miteinander verbunden, die die Fortsetzung ihrer beiden Periostlamellen ist und innen mit den Resten des häutigen Schädels der Embryonen und mit der *Dura mater* sich verbindet. Dann wachsen die Knochen immer mehr einander entgegen und kommen schliesslich, indem sie in der erwähnten Fortsetzung ihres Periostes immer weiter vorrücken, in der Stirn- und Sagittalnaht fast bis zur Berührung, doch bleibt noch lange namentlich eine grössere Lücke zwischen denselben, die vordere Fontanelle, die jedoch im zweiten Jahre sich schliesst, während zugleich die Knochen, die bisher mehr geradlinig aneinanderstiessen, ineinandergreifende Zacken ausbilden, bis sie schliesslich, wenn ihr Blastem ganz aufgezehrt ist, nur durch die Periostreste (sogenannte Nahtknorpel, besser Nahtbänder) vereint bleiben, die aber ebenfalls früher oder später, und zwar ohne Ausnahme an dem inneren Theile der Nähte, wo auch die Zacken sehr wenig ausgeprägt sind, zuerst, verknöchern können. — Sehr räthselhaft und kaum beachtet sind die Formveränderungen der ganzen Knochen während ihrer Entwicklung. Vergleicht man z. B. ein Scheitelbein eines Fötus oder Neugebornen mit dem eines Erwachsenen, so findet man, dass das Erstere eine viel stärkere Krümmung besitzt und nicht etwa nur wie ein aus der Mitte des Ersteren ausgeschnittenes Stück sich verhält. Es muss daher dasselbe eine sehr wesentliche Aenderung in der Krümmung seiner Flächen erlitten haben und diese kann, da an mechanische Verhältnisse nicht zu denken ist, nur durch ungleichmässige Ablagerungen innen und aussen, in der Mitte und an den Rändern, oder durch Ablagerungen einerseits, Resorptionen andrerseits bewirkt worden sein. Dass ungleichmässige Ablagerungen wirklich vorkommen, sehen wir z. B. an den *Juga cerebralia* und *Impressiones digitatae*, den *Sulci meningei* etc., allein mir scheint, dass auch ohne die Annahme localer Resorptionen an gewissen Stellen nicht auszukommen ist. Oder wie will man sonst die Zunahme

des *Margo orbitalis superior* an Breite, die Vergrösserung des Abstandes zwischen den *Tubera frontalia* auch nach der Verschmelzung der Stirnbeine, die Aenderung der Gestalt des Unterkiefers (das Grösserwerden der Entfernung zwischen den *Processus coronoidei* und der *Spina mentalis*, die Aenderung der Krümmung desselben, das theilweise Verschwinden und die Neubildung der Alveolen) u. s. f. erklären? Wir haben schon gesehen, dass auch bei den anderen Knochen etwas der Art durchaus anzunehmen ist und daher werden wir auch hier keinen Anstand nehmen, obschon das Nähere der fraglichen Resorption unbekannt ist. Dass im Innern der secundären Knochen solche vorkommen, wurde schon erwähnt. Die Bildung der Diploe, die im 10. Jahre deutlicher wird, beruht auf einer solchen, ebenso die der *Sinus frontales* und des *Antrum Highmori*, die ebenfalls erst später sich zu entwickeln beginnen.

Noch erwähne ich, dass auch die secundären Knochen, so lange sie wachsen, viel gefässreicher sind als später und selbst die Periostablagerungen der anderen Knochen hierin noch übertreffen, wesshalb auch ihr Mark, das ebenfalls die vielkernigen, oben schon berührten räthselhaften Körper enthält, röther ist. Die Gefässe treten durch unzählige Punkte ihrer Oberfläche in sie hinein und verlaufen je nach den verschiedenen Knochen in mehr senkrecht aufsteigenden oder horizontalen Canälen. Letzteres ist in den platteren Knochen der Fall, in denen die Hauptrichtung der Gefässcanäle der Längsrichtung der anfänglich vom Ossificationspunkte ausgehenden Knochenstrahlen folgt, ersteres, was der Knochenoberfläche ein oft äusserst zierliches milleporenartiges Ansehen gibt, in den mehr dickeren Theilen zu treffen. Später obliterirt ein guter Theil dieser Canäle oder wird wenigstens sehr eng, wodurch dann die Oberflächen mehr sich glätten.

Am Schlusse dieses Paragraphen über die Entwicklung der Knochen füge ich noch Etwas über die Zeitverhältnisse bei. *Valentin* sah die knorpelige Grundlage der Rippen bei einem 6''' langen menschlichen Embryo. In der 6ten bis 7ten Woche ist diejenige des Schädels bestimmt zu erkennen, sowie die der Wirbel- und Extremitätengürtel, die der eigentlichen Extremitäten erst etwas später (in der 8ten bis 9ten Woche). Die Ossification beginnt schon im 2ten Monate, zuerst im Schlüsselbein und Unterkiefer (5te bis 7te Woche), dann in den Wirbeln, dem Oberarm, Oberschenkel, den Rippen, dem knorpeligen Theile der Schuppe des Hinterhauptbeines. Am Ende des 2ten und Anfange des 3ten Monates treten auf die Stirnbeine, Schulterblätter, Vorderarm- und Unterschenkelknochen und Oberkiefer, im 3ten Monate die übrigen Schädelknochen mit wenigen Ausnahmen, die Mittelhand- und Mittelfussknochen, die Phalangen, im 4ten Monate die Darmbeine und die Gehörknöchelchen, im 4ten oder 5ten das Siebbein, die Muscheln, das Brustbein, Schambein und Sitzbein, im 6ten bis 7ten Monate das Fersenbein und Sprungbein, im 8ten Monate das Zungenbein. Bei der Geburt sind noch unverknöchert die Epiphysen aller Röhrenknochen, hie und da mit Ausnahme der einander zugewendeten von Femur und Tibia, ferner alle Handwurzelknochen, die fünf kleineren Fusswurzelknochen, die Patella, Sesambeine, die letzten Steissbeinstücke. Nach der Geburt bis zum 4ten Jahr treten die Kerne auch in diesen Theilen auf, erst im 12ten Jahr im *Os pisiforme*. Die Vereinigung der meisten der Epiphysen und Fortsätze mit den Diaphysen kommt zum Theil zur Pubertätszeit, zum Theil gegen das Ende der Wachsthumsperiode zu Stande.

§. 108.

Die Lebenserscheinungen in den vollkommen ausgewachsenen Knochen sind während des kräftigen Alters mit keinen namhafteren und durchgreifenderen morphologischen Veränderungen gepaart. Zwar ziehen sich einzelne der früher betrachteten Processe auch noch in diese Periode hinein — wie die Vergrösserung der Sinus der Schä-

delknochen, der Muskel- und Bandinsertionen, der Gefässfurchen, allein von einer ausgedehnteren Knochenneubildung am Periost und in den Haversischen Canälen, sowie von einer mit derselben Hand in Hand gehenden und in grösserem Maassstabe auftretenden Resorption findet sich nichts. Man glaubte zwar früher, dass die Färbung der Knochen des Erwachsenen durch Färberöthe eine auch hier noch vorkommende Ablagerung von Knochensubstanz beweise, weil man annahm, dass nur die sich neu anbildenden Knochenmassen gefärbt würden, allein seitdem sich gezeigt hat, dass durch Krapp auch schon gebildeter Knochen roth wird und gefärbte Knochen des Erwachsenen sich nicht entfärben (*Brullé* und *Huguény)*, lässt sich die angeführte Ansicht nicht mehr vertheidigen. Ob im fertigen Knochen ein Wechsel, wenn auch nicht der Elementartheile, doch der Atome bei gleichbleibender äusserer Gestalt sich findet, ist eine andere Frage, für deren Lösung jedoch die Mikroskopie keine Thatsache an die Hand gibt. So viel ist sicher, dass die Organisation der Knochen der Art ist, dass sie trotz ihres starren Baues doch aufs Allseitigste und Innigste mit dem ernährenden Plasma des Blutes in Berührung kommen. Ueberall nämlich, wo die Knochensubstanz mit Gefässen in Verbindung steht, also an der äusseren Oberfläche, an den Wänden der Markhöhlen und Markräume und denen der Haversischen Canäle, befinden sich zu Millionen dicht aneinander gedrängte feine Mündungen. Diese leiten das Blutplasma durch die Knochencanälchen in die den genannten Flächen zunächst liegenden Knochenhöhlen, von denen aus dasselbe dann durch weitere Canälchen zu immer entfernteren Höhlen bis in die äussersten Lagen der Haversischen Lamellen und die von den Gefässen entferntesten Schichten der grossen Lamellensysteme geleitet wird. Wenn man sich an die ungemeine Zahl der Knochencanälchen, an die mannigfachen Anastomosen derselben erinnert, so wird man zugeben müssen, dass in keinem Gewebe des menschlichen Körpers für die Verbreitung des Blutplasma's besser gesorgt ist, allein in fast keinem war auch gerade die Zufuhr von Fluidum zu den feinsten Partikelchen gerade nothwendiger als hier. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Flüssigkeiten, welche dieses „plasmatische Gefässsystem" (*Lessing)* der Knochen von den Blutgefässen erhält, vielleicht noch etwas modificirt durch die Einwirkung der, wie ich es oben wahrscheinlich zu machen suchte, in allen Knochenhöhlen noch enthaltenen Kerne, zur Erhaltung der Knochen von der unumgänglichsten Nothwendigkeit sind, denn wir sehen, dass, wenn die Blutzufuhr zu einem Knochen durch Zerstörung des Periostes oder des Markes, durch Unterbindung der Gefässe seines Gliedes, durch Obliteration der Periostgefässe durch Druck von aussen (*Aneurysmen,* Afterbildungen) gehemmt wird, eine Necrose der betroffenen Theile die sichere Folge ist, welcher der auch in den Knochen wirksame Collateralkreislauf (siehe oben) kaum je ganz entgegenzutreten vermag. Dagegen sind wir vorläufig nicht im Stande, zu sagen, wie das Plasma der Knochen circulirt, denn eine Bewegung desselben von und zu Gefässen (wahrscheinlich von den mehr

arteriellen durch mehrere Lamellensysteme hindurch zu den venösen) muss doch wohl angenommen werden, welche Veränderungen bei der Ernährung im Knochengewebe eigentlich vor sich gehen, letzteres besonders desswegen nicht, weil die chemische Untersuchung, namentlich der organischen Zersetzungsproducte in den Knochen, noch ganz im Unklaren liegt.

Dass die Knochensubstanz in stetem und zwar sehr energischem Stoffwechsel begriffen ist, davon geben ausserdem, neben den so vielfachen Erkrankungen derselben, auch noch ihre Veränderungen im höheren Alter Kunde. In diesem zeigt sich vorzüglich ein Schwinden ganzer Knochenpartieen sowohl äusserlich als innerlich, ersteres z. B. an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, die ganz verloren gehen, letzteres beim Poröser- und zugleich Brüchigerwerden aller möglichen Knochen, wie der Röhrenknochen, derjenigen des Schädels, bei der Vergrösserung von Gefässöffnungen (Wirbel, Apophysen), beim Rauherwerden von Knochenoberflächen. Zu dieser *Atrophia senilis* der Knochen kann sich dann auch consecutiv eine innere Anbildung von Knochensubstanz gesellen, eine sogenannte Sclerose, wie an den platten Schädelknochen, durch welche in geradem Gegensatze zu den sonstigen Erscheinungen in senilen Knochen die Diploe schwindet, indem ihre Räume durch neue Knochenmasse erfüllt werden, die Venenräume und Emissarien obliteriren und der ganze Knochen schwerer wird.

Bei dem Blutreichthume der Knochen und dem sicherlich nicht trägen Stoffwechsel in denselben kann es nicht auffallen, dass dieselben so reichlich mit Nerven versehen sind. Ich halte dafür, dass die Hauptaufgabe derselben die ist, die Zustände des Gefässsystems zu regeln, indem sie durch ihre sensiblen Fasern dem Centralorgan (Rückenmark) von dem Verhalten der Gefässe, von der Menge der Ernährungsflüssigkeit im Knochen, vielleicht auch von dem Modus des Stoffwechsels in ihnen selbst Kenntniss geben und durch ihre motorischen Elemente eine Rückwirkung desselben auf die nachweisbar mit contractilen Fasern versehenen Arterien und Venen zu Wege bringen. Diese unbewussten und unwillkürlichen Wechselwirkungen von sensiblen und motorischen Fasern sind, wie mir scheint, die wichtigsten Erscheinungen des Nervenlebens in den Knochen, sowie in allen anderen Organen, deren Nerven nicht in einem constanten Verkehr mit der Aussenwelt stehen, und machen es begreiflich, warum kein Organ, das überhaupt Nerven und Gefässe enthält, nur einerlei Nerven führt. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die Nerven der Knochen nicht bewusste Empfindungen vermitteln; es ist möglich, dass wir durch dieselben eine gewisse Kenntniss von den Vorgängen in den Knochen erhalten, von dem Füllungszustande des Gefässsystemes, den mechanischen Einwirkungen, denen sie von aussen her bei den Bewegungen durch den Zug der Muskeln, die Last des Körpers oder äusserer Gegenstände beim Heben, Kauen z. B.) ausgesetzt sind, allein auf jeden Fall wäre diese Kenntniss eine sehr unbestimmte, das entstehende Gefühl

nicht scharf localisirt, in dem allgemeinen Gefühle der Ermüdung, Anstrengung, Abgeschlagenheit untergehend. Dagegen ist es ganz sicher, dass die Knochen auch beim Menschen in vielen Leiden und bei mechanischen Verletzungen Schmerzen verursachen, wie man letzteres auch wenigstens bei Irritation der grösseren Nervenstämme der Diaphysen zu wiederholten Malen bei Thieren gesehen hat. Beim Menschen scheinen namentlich die Apophysen, die Wirbel- und Schädelknochen leicht schmerzhaft zu werden, was durch die bedeutende Menge von Nerven gerade in der schwammigen Substanz sich erklärt. Compacte Substanz dagegen möchte wohl kaum schmerzen, z. B. bei Resectionen, da die Nerven derselben ungemein spärlich sind, wohl aber das Periost, das weniger durch seine eigenen Nerven denn als Träger der Knochennerven vor ihrem Eintritte in die Knochen natürlich wie diese selbst afficirt werden muss. Ob die Knochennerven, die vielleicht bewusste Empfindungen, auf jeden Fall aber Schmerzen veranlassen, dieselben sind, die auch den angeführten Reflexen vorstehen, bleibt dahingestellt, doch lässt sich angesichts des Ursprunges der meisten Knochennerven von Cerebrospinalnerven eine solche Annahme wohl vertheidigen, vorausgesetzt, dass man die Verbindungen dieser Nerven mit dem Gehirn, als minder innige ansieht als z. B. bei den Hautnerven. — Noch erinnere ich an das so auffallende Vorkommen von Nerven im Nasenscheidewandknorpel des Kalbes, ohne über deren Bedeutung etwas Anderes aussagen zu können als von denen der Knochen.

Ueber die so zahlreichen pathologischen Veränderungen der Knochen kann hier nur kurz berichtet werden. Knochenbrüche heilen unter nur einigermaassen günstigen Verhältnissen leicht durch wahre Knochensubstanz, der bei Röhrenknochen von Thieren, wie ich mit Anderen mich überzeugte, die Bildung eines wahren Knorpels vorangeht, während dies nach *Paget* beim Menschen selten der Fall zu sein scheint. Bei schwammigen Knochen, Brüchen innerhalb der Gelenkkapseln, ungünstigen Verhältnissen vereinen sich die Bruchenden häufig nur durch einen fibrösen Callus und bildet sich öfter zwischen ihnen eine Art Gelenk. Nach Substanzverlusten regenerirt sich die Knochensubstanz leicht und namentlich ist es das Periost, welches hier wie bei dem Dickenwachsthum der Knochen natürlich nur durch das aus seinen Gefässen gelieferte Exsudat eine grosse Rolle spielt. Bei Thieren regeneriren sich ganze Knochen der Extremitäten und Rippen so ziemlich in ihrer Gestalt, wenn das Periost geschont wird, was die *Heine*sche Sammlung auf der Würzburger Anatomie durch viele Beispiele belegt, aber auch nach gänzlicher Excision des Periostes entsteht wieder ein Rudiment von Knochen *(Heine)*. Beim Menschen liegen schon ziemlich viele Beispiele vor von Wiedererzeugung ganzer Knochen, so des Unterkiefers, der Rippen, des Schulterblattes *(Chopart)* und die Fälle von einzelnen, zum Theil grossen Knochenstücken sind sehr zahlreich. Namentlich sind es die Diaphysen, die sich leicht ersetzen, wenn sie in dieser oder jener Weise verloren gingen, seltener die schwammigen Knochen und Knochentheile und Schädelknochen, doch füllen sich bei letzteren Trepanlücken in manchen Fällen statt mit einer fibrösen Haut mit einzelnen Knochenproductionen, selbst mit einem vollständigen Knochenstück, ja es heilen sogar trepanirte Stücke an, wie man das auch sonst von halb abgehauenen Stücken beobachtet hat *(Pauli)*. Hypertrophien der Knochen kommen in den mannigfachsten Gestalten vor, die sich alle in zwei Hauptformen bringen lassen, 1) Auflagerungen oder äussere Hyperostosen, vorzüg-

lich vom Perioste aus sich bildend, und 2) Einlagerungen (Sclerosen) oder Erfüllung der Markräume und Haversischen Canälchen mit neuem Knochen, welche zwei Formen entweder isolirt oder combinirt sich finden. Erstere kommen bei Entzündungen des Periostes für sich und in Begleit von Krebs, Arthritis, Syphilis u. s. w. vor, letztere ausser im Alter consecutiv bei Rhachitis, Osteomalacie und Syphilis. In Betreff der mikroskopischen Verhältnisse ist es *Virchow's* Verdienst, mit Bestimmtheit nachgewiesen zu haben *(Archiv für pathol. Anat I.* pg. 135), dass die Osteophyten am Schädel durch directe Ossification von Bindegewebe ohne vorgängige Knorpelbildung zu Stande kommen, was auch sicherlich bei Füllung von Substanzlücken am Schädel, bei Regenerationen vom Perioste aus, bei den meisten Sclerosen vorkommt. Die neugebildete Knochensubstanz ist bald wie normale (viele Auflagerungen), bald fester mit kleinen Gefässräumen, grossen unregelmässigen Knochenhöhlen. Atrophien der Knochen erscheinen als Schwinden derselben im Ganzen im Gefolge von langwierigen Krankheiten, Lähmungen, Anchylosen oder als Rarefaction des Knochengewebes analog der Atrophia senilis, bei Syphilis, Lepra, Mercurialcachexie, Lähmungen u. s. w. Ein Absterben der Knochen (Necrose) beobachtet man bei Zerstörungen des Periosts, Entzündungen desselben, und des Knochens u. s. w. meist gepaart mit einem excessiven Wachsthum der noch gesunden Theile. Eigenthümliche Störungen bedingen die Osteomalacie und Rhachitis, doch haben bei beiden die mikroskopischen Untersuchungen nichts hier Erwähnenswerthes ergeben, abgesehen von dem, was von mir und *H. Meyer* (ll. cc.) über Verknöcherung bei Rhachitis mitgetheilt wurde. Ich habe hier gefunden 1) dass in den unverhältnissmässig grossen Epiphysenknorpeln die Schicht der ossificirenden Knorpelzellen (die reihenweise gestellten Zellen) statt ½''' 2—5''' misst, 2) dass der Verknöcherungsrand zackig ist, indem Knorpel und Knochen verschiedentlich ineinandergreifen, 3) endlich dass an ausgezeichnet rhachitischen Knochen die Kalkkrümelablagerungen am Ossificationsrande fehlen und die Knorpelzellen fast ohne Ausnahme etwas vor der Grundsubstanz ebenfalls ohne Kalkkrümel in Knochenzellen sich umwandeln, wesshalb die Bildung der letztern nirgends schöner als hier zu sehen ist (siehe oben). — Accidentelle Knorpel- und Knochenbildung sind sehr häufig. Ersteres Gewebe zeigt sich, trotzdem dass es nicht regenerationsfähig ist und seine Wunden nur durch fibröses Gewebe seltener durch Knochengewebe (Rippen) heilen, in sehr vielen Organen (Knochen, Brustdrüse, Parotis, Hoden, Lunge, Haut) als sogenanntes Enchondroma, ferner als neuer Ueberzug auf Knochenwucherungen am Rande abgeschliffener Gelenkköpfe *(Ecker)*, letzteres tritt als Verknöcherungen von permanenten Knorpeln (Rippen, Kehlkopf, Epiglottis [sehr selten]), von Sehnen (Exercirknochen z. B.), an der *Dura mater* und *Arachnoidea (Miescher, Rokitansky)*, im Auge *(Valentin)*, im Eierstock, in fibrösen Häuten *(Membrana obturatoria)*, im Enchondrom, in Fibroiden und Krebsen, in der Lunge *(Mohr's haarhaltige Cyste)* auf. Auch in diesen Fällen unterscheidet sich das Knochengewebe nicht wesentlich von normalem und geht bald aus knorpeligem, bald und zwar meist aus weichem Blasteme hervor *(Virchow* l. c. pg. 137).

Zur Untersuchung der Knochen dienen vor Allem gute Schliffe. Mit einer feinen Säge entnimmt man dünne Lamellen und schleift dieselben mit Wasser auf einem feinen Schleifsteine mit dem Finger oder mit einem zweiten kleineren Steine einige Minuten (5—10), bis sie gleichmässig durchsichtig sind. Dann reinigt man den Schliff, indem man ihn, wenn er viel Fett enthält, auch mit Aether auszieht und benutzt ihn dann mit Wasserzusatz zum Studium der Haversischen Canäle und der Stellung der Knochenhöhlen, und mit Terpentin zu dem der verschiedenen Lamellensysteme. Die Knochenhöhlen und ihre Ausläufer, die in Schliffen durch Luft dunkel und sehr deutlich sind, werden von dünnerem Terpentin ganz ausgefüllt, so dass letztere grösstentheils, aber auch erstere sehr oft dem Auge entschwinden und dasselbe geschieht in Wasser und dickerem Terpentin, doch minder rasch, wesshalb man auch, bevor dieselben überall eingewirkt, noch viele derselben schön sieht. Will man die Höhlen und

Canälchen bleibend sichtbar machen, so ist es das Beste, einen dünnen Schliff zu poliren, indem man ihn zwischen zwei Glasplatten reibt. Dann kann man denselben ohne Zusatz von Flüssigkeit untersuchen und erhält so vollständige Bilder, wie die Figg. 115 117 sie wiedergeben. Das Schleifen der Knochen mit Oel ist nicht rathsam, weil dann die Knochenhöhlen mit demselben sich füllen und auch nach eindringlicher Behandlung mit Aether selten schön werden. — Nächst den Knochenschliffen ist die Untersuchung des Knochenknorpels das Lohnendste. Man verschafft sich solchen, wenn man Knochen in der Kälte so lange mit verdünnter Salzsäure (1 Theil Säure, 10—20 Theile Wasser) behandelt, bis in der oft gewechselten Flüssigkeit durch Ammoniak kein Niederschlag mehr erzeugt wird, wozu bei kleinen Knochenstückchen einige Stunden, bei ganzen Knochen mehrere Tage nothwendig sind. Vom erhaltenen Knochenknorpel macht man nun mit einem scharfen Messer Schnitte nach allen Richtungen und kann dieselben vorzüglich zum Studium der Haversischen Canälchen und Lamellen, die sich auch von der Oberfläche abziehen lassen, benutzen. Auch die Knochenhöhlen sind noch sichtbar; ihre Ausläufer erscheinen als feine Streifung, und ihre Kerne treten ohne Weiteres und besonders auch nach Behandlung mit Kali oder in durch Kochen in Wasser halb aufgelöstem Knorpel hervor. Nach langer Maceration in Salzsäure isoliren sich selbst die Knochenhöhlen als sternförmige Gebilde mit zarten Wänden oder wie im Cemente des Pferdezahnes den ehemaligen Knorpelzellen entsprechende Gebilde. Nach langem Erweichen des Knochenknorpels in Wasser trennen sich die Lamellensysteme der Haversischen Canälchen mehr oder minder vollständig und kommen in Gestalt kurzer grober Fasern zwischen den grösseren Lamellen zum Vorschein *(Gagliardi's Claviculi)*. — Setzt man die Knochen in einem Platintiegel einer starken Weissglühhitze aus, so verbrennen, indem der Knochen zuerst schwarz und schliesslich ganz weiss wird, die organischen Theile derselben und es bleiben bei gehöriger Vorsicht die erdigen Bestandtheile ganz in der früheren Gestalt des Knochens zurück, und eignen sich zum Studium der blätterigen Structur der compacten Substanz und der Lamellensysteme der Haversischen Canälchen, die ebenfalls zum Theil isolirt hervortreten wie auch in verwitterten Knochen. Für die mikroskopische Untersuchung der anorganischen Theile der Knochen glüht man Knochenschliffe auf einem Platinblech, doch müssen dieselben sehr fein sein, weil sie nachher wieder undurchsichtiger werden und ihrer Brüchigkeit wegen ausser in kleinen Fragmenten nicht feiner sich schleifen lassen *(Bruns)*, oder man kocht Schliffe in Kalilauge. An beiden sieht man die Knochenhöhlen deutlich und leer mit den Anfängen der Poren in feinkörniger Grundsubstanz. Den natürlichen Zustand der Knochenhöhlen sieht man leicht an ganz frischen Knochen an Schnittchen oder in dünnen Knochenlamellen, wie sie z. B. an vielen Theilen der Gesichtsknochen vorkommen. An frischen Knochen kann man auch die Gefässe in natürlicher Injection und mikroskopisch studiren, was auf jeden Fall schneller zum Ziele führt, als die nicht leicht gelingenden Injectionen derselben, zu deren genauer Verfolgung übrigens die Knochen nachher in Salzsäure macerirt und in Terpentinöl aufbewahrt werden müssen. Die Nerven der Knochen findet man an den *Arteriae nutritiae* grosser Röhrenknochen von blossem Auge, an kleineren Gefässen mit dem Mikroskope leicht, die des Periostes studirt man, nachdem man dasselbe durch Natron oder Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Zum Studium der Knorpel eignen sich die Rippen- und Gelenkknorpel am besten, indem die Membranen der Knorpelzellen zum Theil ohne Weiteres, zum Theil nach Zusatz von Essigsäure und Natron, die die Grundsubstanz aufhellen, deutlich sind. Die Entwicklung der Knochen untersuche man an einem Röhrenknochen und am Scheitelbein, die Bildung der Knochenhöhlen *in specie* an rhachitischen Knochen und an den Knochenflächen der Symphysen und Synchondrosen.

Literatur der Knochen. Ausser den bei §. 22 und 25 citirten Werken vergleiche man *F. Bidder*, Zur Histogenese der Knochen, in Müll. Arch. 1849, pg. 292; *E. v. Bibra*, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen

und der Wirbelthiere. Schweinfurt 1844; *Vötsch*, Die Heilung der Knochenbrüche *per primam intentionem*. Heidelberg 1847; *Kölliker*, Ueber Verknöcherung bei Rhachitis und über den Bau der Synovialhäute, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellsch. 1847, pg. 93; *Rokitansky*, Beiträge zur Kenntniss des Verknöcherungsprocesses, in der Zeitschr. der Wiener Aerzte 1848, pg. 1; *A. Krukenberg*, Zur Lehre vom Röhrensysteme der Zähne und Knochen, in Müll. Arch. 1849, pg 403; *H. Meyer*, Der Knorpel und seine Verknöcherung, in Müll. Arch. 1849, pg. 292; *Virchow* in Verhandl. der Würzb. phys. med. Ges. Bd. 1, No. 13; *Robin*, *Observations sur le développement de la subst. et du tissu des os*, in *Mém. de la société de Biolog.* 1850, *pg.* 179; *Brullé et Huguény*, *Expériences sur le développement des os dans les mammifères et les oiseaux, Annal. des scienc. nat.* 1845 *Nov. pg.* 283; *Flourens*, in *Annal. des scienc. nat. 2. série XIII.* 103, *ibid. XV. pg.* 202, *ibid.* 1845. *Aout pg.* 105 und *Déc. pg.* 358. *Compt. rend. T. XIX. pg.* 621; alle seine Beobachtungen zusammengestellt in *Théorie expérimentale de la formation des os. Paris* 1847. 8. *avec* 7 *pl.*; *Beck*, Abh. über ein. in Knochen verlaufende Nerven. Freiburg 1846; *Kölliker*, Ueber die Nerven der Knochen, in Würzb. Verh. I.; *Luschka*, Die Nerven in der harten Hirnhaut. Tüb. 1850 und: Die Nerven des Wirbelcanales und der Wirbel. Tüb. 1850.

Vom Nervensysteme.

§. 109.

Das Nervensystem ist, vom gröberen anatomischen Standpunkte aus betrachtet, ein vollständig zusammenhängendes Ganzes, an dem man zwei grössere Hauptmassen, Rückenmark und Gehirn und viele zu fast allen Organen von denselben ausgehende Stränge, die Nerven, unterscheidet. Die beiden ersten oder das centrale Nervensystem, die Centralorgane, werden nicht bloss vom anatomischen Standpunkte aus, als Ausgangspunkte der Nerven, sondern auch von Seite der Physiologie, als Anreger der Bewegungen und Sitz der Empfindungen so wie der Seelenthätigkeiten, als übergeordnete Theile angesehen, während man den letzteren oder dem peripherischen Nervensysteme mehr die Rolle der Diener, die Vermittlung der Contractionen und Sensationen zuschreibt. Diese Betrachtungsweise ist jedoch nur theilweise richtig, weil 1) auch in den sogenannten Centralorganen sehr viele untergeordnete Theile wie in den Nerven vorkommen und 2) das peripherische Nervensystem in den sogenannten Ganglien oder Nervenknoten ebenfalls physiologische und anatomische Centralorgane besitzt. Auch die alte Eintheilung des Nervensystemes in animales und vegetatives kann vor den Erfahrungen der Neuzeit nicht länger Stand halten, und ist das letztere oder der Sympathicus, auch das Gangliennervensystem, nur als ein, freilich eigenthümlich gestalteter Theil des peripherischen Nervensystemes zu betrachten.

Elemente des Nervensystems.

§. 110.

Die Nervenröhren oder Nervenfasern (Figg. 137—139), auch Primitivröhren oder Primitivfasern der Nerven *(Fila nervea s. Tubuli nervei s. Fibrae nerveae)* genannt, sind weiche, feine, drehrunde Fäden, von 0,0005—0,01''' Durchmesser, welche den Hauptbestandtheil der Nerven und der weissen Substanz der Centralorgane ausmachen, jedoch auch in der meisten grauen Substanz dieser letzteren und in den Ganglien nicht fehlen. Dieselben sind (Fig. 137 1) frisch untersucht bei durchfallendem Lichte wasserhell, durchsichtig, mit einfachen dunklen Contouren, bei Beleuchtung von oben glänzend, opalartig, wie Fett, in grösseren Mengen weiss, und lassen meist keine Zusammensetzung aus differenten Bestandtheilen erkennen, doch zeigt sich bei Anwendung verschiedener Methoden leicht, dass sie aus drei ganz abweichenden Gebilden, nämlich einer zarten Hülle, einer zähen Flüssigkeit und einer in dem Centrum derselben befindlichen weichen aber elastischen Faser bestehen.

Die Hülle oder Scheide der Nervenröhren (Begrenzungshaut, *Valentin)* (Fig. 139. 1, 2, 3, 4, *a*) ist eine äusserst zarte, nachgiebige aber elastische, vollkommen structurlose und wasserhelle Haut, die an ganz unveränderten Nervenfasern, mit Ausnahme weniger Stellen, durchaus nicht sichtbar ist, dagegen bei Anwendung von passenden Reagentien, wenigstens an den dickeren Fasern der Nerven und der Centralorgane, ziemlich leicht zur Anschauung kommt und in ihren chemischen Charakteren in allen wesentlichen Punkten mit dem Sarcolemma der Muskelfasern übereinkommt. An den feinsten Fasern des peripherischen wie des centralen Nerven-

Fig. 137.

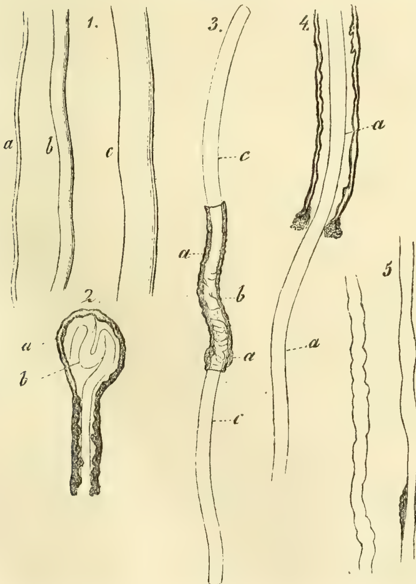


Fig. 137. Nervenfasern bei 350maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, *a.* feine, *b.* mitteldicke, *c.* grobe Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosch mit Serumzusatz, *a.* durch Druck herausgepresster Tropfen, *b.* Axencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum, *a.* Hülle, *b.* Markscheide doppelt contourirt, *c.* Axencylinder. 4. Doppelt contourirte Faser des *Ventriculus IV* des Menschen; der Axencylinder *a* hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Axencylinder aus dem Mark, der eine wellenförmig, der andere ungleich dick, mit anhängendem Mark.

systems ist ihre Darstellung noch nicht gelungen und muss es vorläufig dahingestellt bleiben ob dieselben Scheiden besitzen oder nicht.

Innerhalb der structurlosen Scheide liegt das Nervenmark (Markscheide, *Rosenthal* und *Purkyně*, weisse Substanz, *Schwann*) (Fig. 137. 3, *b*. Fig. 139. 3, 4, *b*) in Gestalt eines cylindrischen, die centrale Faser eng und genau umgebenden Rohres. Dasselbe ist in der frischen Nervenfaser vollkommen gleichartig, zähflüssig wie ein dickeres Oel, je nach der Beleuchtung durchscheinend und klar oder weisslich glänzend, und bedingt offenbar den eigenthümlichen Glanz der Nerven. Durch Erkalten, Wasser, die meisten Säuren und viele andere Reagentien verändert sich das Nervenmark schnell und ganz constant, und zwar beruht die Veränderung vorzüglich in einem Gerinnen desselben, welches successive von aussen nach innen fortschreitet und bald das ganze Mark, bald nur die äusserste Schicht desselben ergreift. Im letzteren Falle entstehen die bekannten Nervenröhren mit doppelten Contouren (Fig. 137. 2, 3, 4.) oder mit äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung geronnener, innerlich noch flüssiger Markscheide, im ersteren Fasern mit scheinbar ganz krümlichem, dunklem Inhalt (Fig. 138). Das geronnene Nervenmark erscheint nämlich selten homogen, sondern meist krümlich, körnig, wie aus einzelnen unregelmässigen grösseren und kleineren Massen zusammengesetzt, bei Essigsäurezusatz oft wie aus kleinen isolirten oder netzförmig vereinten Stäbchen gebildet. Auch durch Druck verändert sich das Nervenmark sehr leicht. Einmal fliesst es aus den Enden der Röhren oder aus bruchsackartig hervorgetriebenen und berstenden Theilen der Scheide heraus und bildet grössere oder kleinere Tropfen von allen möglichen Formen, von regelmässigen Kugeln, Keulen, Spindeln, Cylindern, Fäden bis zu den bizarresten Gestalten, welche ebenfalls nur an der Oberfläche oder ganz gerinnen und daher wie die Nervenfasern doppelt contourirt, halb oder ganz krümelig erscheinen. Aber auch in den Röhren drin ändern sich seine Formverhältnisse, indem es statt wie früher ganz gleichmässig in Gestalt eines Cylinders durch dieselben verbreitet zu sein, stellenweise in grösseren Massen sich anhäuft. So entstehen die viel besprochenen varicösen Nervenröhren (Fig. 138), in denen das Mark bald zierliche, rosenkranzartige Anschwellungen, bald verschieden grosse ungleichmässig

Fig. 138.

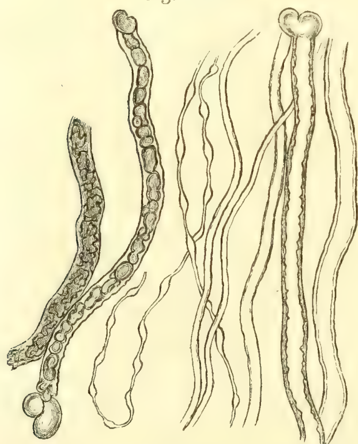
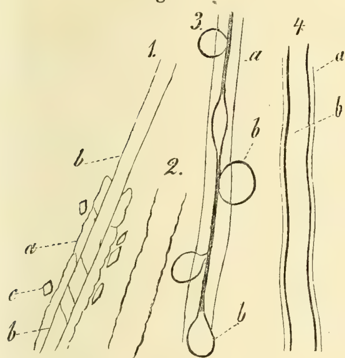


Fig. 138. Nervenröhren des Menschen, 350 mal vergr., und zwar vier feine, davon zwei varicös, eine mitteldicke, einfach contourirte, und eine dicke, davon zwei doppelt contourirt und zwei mit krümligem Inhalt.

vertheilte Knoten, ja selbst stellenweise gänzliche Unterbrechungen besitzt. Alle diese Formen, an denen die Scheide häufig Antheil nimmt, häufig auch nicht und die centrale Faser sich nicht betheiligt, sind künstlich entstanden und bilden sich besonders leicht an den feineren Fasern und denen mit zarterer Scheide, wie sie in den Centralorganen sich finden.

Die centrale oder Axenfaser der Nervenröhren (Primitivband *Remak*, *Cylinder axis Purkyně* (Fig. 137. 2, 3, 4, 5. 139. 1), ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser, welche an unveränderten ganzen Nervenröhren eben so wenig als die Scheide sich erkennen lässt, da sie rings von dem Mark umflossen ist und das Licht gerade ebenso bricht, wie dieses, dagegen leicht zum Vorschein kommt, wenn man die Nervenröhren zerreisst oder mit verschiedenen Reagentien behandelt, und sich so theils im Innern der Röhren, theils isolirt als ganz constantes Gebilde erkennen lässt. Im natürlichen Zustande ist dieselbe blass, meist homogen, seltener fein granulirt oder fein streifig, von geraden oder hie und da unregelmässigen blassen Contouren begrenzt und meist überall von gleicher Dicke; sie zeichnet sich vor dem Nervenmark besonders dadurch aus, dass sie, obschon weich und biegsam, doch nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest ist, etwa wie geronnenes Eiweiss, mit dem sie auch in ihren chemischen Charakteren am meisten übereinzustimmen scheint. Man findet diesen sogenannten Axencylinder in allen Nervenfasern ohne Ausnahme auch in den feinsten und überall mit denselben Eigenschaften, mit der einzigen Ausnahme, dass er je nach den Durchmessern derselben bald dicker, bald dünner ist.

Fig. 139.



Die Nervenröhren, an denen die drei geschilderten Gebilde unterschieden werden können und die wir als markhaltige oder dunkelrandige bezeichnen wollen, bilden zwar die überwiegende Mehrzahl derer, die im Körper sich finden, allein es gibt ausser denselben noch einige Formen, die eine nähere Bezeichnung verdienen. Es sind dies Nervenröhren, an denen jede Spur eines Nervenmarkes fehlt, die dagegen eine Nervenscheide und einen der Axenfaser der anderen Röhren bald ganz gleichen, bald ähnlichen helleren Inhalt besitzen. Solche marklose

Fig. 139. Nervenfasern 350 mal vergr. 1. Vom Frosch mit Alcohol und Essigsäure gekocht, *a*. Scheide, *b*. Axencylinder, *c*. Krystalle (Fett?). 2. Isolirte Scheide eines mit Natron gekochten Froschnerven. 3. Vom Boden des *Ventriculus IV* des Menschen nach Behandlung mit Natron, *a*. Scheide, *b*. Mark in Tropfen ausfliessend, der Axencylinder fehlt (ist durch das Präpariren ausgezogen) und der blasse Streif ist Mark. 4. Von der Wurzel des Abducens des Menschen mit Natron. *a*. Scheide, *b*. Mark. Axencylinder nicht sichtbar.

Nervenröhren finden sich erstens als Anhänge der markhaltigen, da, wo dieselben mit Nervenzellen in Verbindung stehen, dann als längere selbständige Röhren in Gestalt der sogenannten Fortsätze der Nervenzellen der Autoren, endlich an den Endigungen der dunkelrandigen Nerven; dieselben zerfallen wiederum in einige Unterabtheilungen, je nachdem sie Kerne halten oder nicht und einen mehr oder minder durchsichtigen, mehr oder weniger consistenten Inhalt führen. Nimmt man hinzu, dass auch die dunkelrandigen Fasern theils in Bezug auf die Zartheit oder Festigkeit ihres Baues, theils in Bezug auf die Durchmesser, die von 0,0005—0,01‴ und darüber gehen, sehr variiren, so dass man dieselben in feine und grobe, in zarte und feste eintheilen kann, so ergibt sich, dass die Nervenröhren trotz ihres allgemeinen Charakters von Röhren doch nach verschiedenen Seiten ziemlich weit von einander abweichen.

Die von *Schwann* entdeckte Hülle oder Scheide der Nervenröhren ist an den meisten Nerven ziemlich schwer zur Anschauung zu bringen. Nur selten steht dieselbe wie an den Wurzeln gewisser Hirnnerven (Augenmuskelnerven z. B.) und der Rückenmarksnerven von dem Inhalte deutlich ab; dagegen gelingt ihre Darstellung durch chemische Hülfsmittel leicht und sicher. Durch Kochen der Nerven in *Alcohol absolutus* werden schon nach dem Ausziehen eines bedeutenden Theiles des Fettes des Nervenmarkes die Hüllen als dunklere Begrenzungslinien ziemlich deutlich, und ausgezeichnet schön und ganz vollständig treten dieselben nach kurzem Kochen in Essigsäure hervor, durch welche unter Bildung vieler (Fett-) Krystalle der noch übrig gebliebene Inhalt der Nervenscheiden, mit Ausnahme der centralen Faser, aus denselben heraustritt (Fig. 139. 1). Mit Alcohol gekochte und mit *Natron causticum* in der Kälte behandelte Nervenfasern zeigen die Scheiden ebenfalls ganz hübsch als blasse, oft wellenförmige Contouren des blassen, noch restirenden Contentum und durch Kochen solcher Nervenfasern in Natron bis zu einmaligem Aufwallen der Flüssigkeit gelingt es leicht, viele längere Bruchstücke ganz leerer, etwas aufgequollener Nervenscheiden zu isoliren, welche im Zarten eine auffallende Aehnlichkeit mit leeren Röhren der *Membranae propriae* der Nierencanälchen haben (Fig. 139. 2). Am schönsten aber sieht man die Scheiden durch rauchende Salpetersäure und nachherigen Zusatz von *Kali causticum*. In diesem Falle tritt das Fett der Markscheiden in blassen Tropfen aus den Röhren heraus, die Axencylinder werden gelöst und es bleiben die gelb gefärbten Scheiden leer, weiter und mit aufgequollenen Wandungen von 0,0004—0,0008‴ Dicke zurück. Auch an mit Sublimat behandelten Nerven isoliren sich, wie *Czermák (Zeitschrift f. wiss. Zool.* 1850*)* angibt, die Scheiden oft recht hübsch. Ob auch die feinsten Nervenröhren der Centralorgane und der peripherischen Nerven (unter 0,001‴) eine structurlose Scheide besitzen, ist noch unentschieden. Die Analogie mit den gröberen Fasern spricht für die Existenz von solchen Scheiden, allein es gibt auf der andern Seite auch einige Thatsachen, die zu beweisen scheinen, dass es auch hüllenlose markhaltige und marklose Nervenprimitivfasern gibt. Ich habe schon in meiner *Mikr. Anatomie* (II. 1. 396) darauf aufmerksam gemacht, dass meinen Beobachtungen zufolge bei Froschlarven mehrere dunkelrandige Fasern in einer und derselben durch Verschmelzung von Zellmembranen gebildeten structurlosen Scheide sich entwickeln und dass Aehnliches, wenigstens nach *R. Wagner's* Abbildungen, auch im electrischen Organe von Torpedo sich findet, in welchen Fällen kaum besondere Hüllen an den einzelnen Röhren angenommen werden können, und in der neuesten Zeit hat *Stannius (Götting. Nachr.* 1850*)* bei Petromyzon gefunden, dass die Nervenfasern der Centralorgane weder Hülle noch Mark besitzen und so zu sagen nichts als freie Axenfasern sind. Wenn man nun auch zugibt, dass

die Unmöglichkeit der Nachweisung von Hüllen die Nichtexistenz derselben noch keineswegs mit Bestimmtheit darthut, so verdienen doch die angegebenen Facta alle Beachtung und wird man bis auf weiteres in dieser Frage aller Schlüsse nach Analogie sich zu enthalten haben.

Um die Markscheide oder das Nervenmark in seinem normalen Verhalten zu sehen, muss man einen Nerven eines eben getödteten Thieres ohne Zusätze schnell unter das Mikroskop bringen, in welchem Falle man immer einzelne Fasern ganz unverändert sieht, jedoch durch das Eintrocknen der Nerven sehr schnell gestört wird. Ausserdem ist noch zu empfehlen die Beobachtung der Nerven in durchsichtigen Theilen eben getödteter oder lebender Thiere (Nickhaut, Schleimhaut des Frosches, Schwänze der Froschlarven), ihre Betrachtung auf erwärmten Glasplatten *(Stark)* und nach Behandlung mit Chromsäure, welche namentlich die Hirnfasern oft untadelig erhält. Das Nervenmark ist offenbar eine zähflüssige, dehnbare, klebrige, etwa mit dichterem Terpentinöl in Bezug auf Consistenz zu vergleichende Substanz, welche durch Druck alle möglichen Formen annimmt und in Gestalt von Kugeln, Fäden und hautartigen Massen für das Auge sehr verschieden, blassrandig oder dunkelcontourirt, dunkel oder hell erscheint. Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht dasselbe vorzüglich aus Fett.

Die vielleicht schon von *Fontana* gesehene centrale Faser der Nervenröhren, welche wir jedoch erst durch *Remak* als Primitivband und durch *Rosenthal* und *Purkyně* als *Cylinder axis* genauer kennen gelernt haben, ist unstreitig der am schwierigsten zu erforschende und der am wenigsten gekannte Theil der Nervenröhren. Es gibt keinen Mikroskopiker, der nicht diese Axenfaser zum Oefteren gesehen, aber auch, wie man ungescheut behaupten darf, Keinen, selbst den Entdecker derselben, *Remak*, nicht ausgenommen, welcher sich rühmen könnte, die Verhältnisse derselben nach allen Seiten erforscht zu haben und zu kennen. Aus diesem Grunde haben sich auch nur Wenige, wie *Hannover* und *J. Müller*, unbedingt an *Remak* und *Purkyně* angeschlossen, welche den Axencylinder als constantes Gebilde auch in frischen Nerven annehmen, während die Meisten den Ansichten von *Valentin (Repert.* 1838, St. 76, 1839, St. 79) und *Henle (Allg. Anat.)* huldigten, die denselben als eine nicht immer vorkommende oder doch als eine secundäre, erst im Tode entstandene Bildung auffassen und als den nicht geronnenen centralen Theil des im Leben homogenen Inhaltes der Nervenröhren ansehen. Ich habe mich bemüht die Verhältnisse desselben möglichst genau zu erforschen und bin hierbei zu folgenden Resultaten gekommen:

1. Der Axencylinder findet sich constant in jeder Nervenröhre, in centralen wie in peripherischen, in feinen und groben Fasern und zwar tritt derselbe schon ohne Behandlung derselben mit irgend einem Reagens im Tode hervor. In menschlichen Nerven, im Gehirn und Mark, wie man sie gewöhnlich zur Untersuchung erhält, ist der Axencylinder bei genauer Nachforschung überall und sicher zu erkennen und zwar am Allerleichtesten in den Centraltheilen, wo der Mangel von Neurilem und die Zartheit der Nervenscheiden dem Zerreissen der Röhren wenig Hindernisse setzt. Man sieht denselben hier selbst an den nahezu feinsten Röhren. Derselbe erscheint überall als eine blasse Faser, die bei einer ziemlichen Consistenz doch sehr biegsam und zugleich sehr elastisch ist, wie bei Compression von kleinen Theilchen des Rückenmarkes (in welchem Falle sehr viele Axencylinder sich anspannen und reissen und sich sehr zurückziehen und wellenförmig biegen) leicht sich beobachten lässt. Dieselbe ist im Mittel ein Drittheil so breit wie ihre Nervenröhre und daher im Durchmesser sehr variirend, offenbar ganz solide, meist homogen, nicht selten aber auch leicht streifig oder sehr fein granulirt. Meist verläuft sie ganz gerade von zwei parallelen blassen Contouren begrenzt, ist hie und da auch stellenweise dicker oder schmaler, jedoch nie mit Varicositäten wie die Nervenröhren, ferner gebogen, selbst leicht wellenförmig gekrümmt, auch wohl mit einer unregelmässigen, selbst zackigen Contour.

2. Behandelt man frische Nervenfasern eines eben getödteten Thieres mit passenden Reagentien, so tritt die Axenfaser augenblicklich hervor. Betupft man einen dünnen Hautnerven des Frosches, während man ihn mit einer 100maligen Vergrösserung betrachtet, mit einem Tropfen *Acid. aceticum glaciale* oder *concentratum*, so sieht man im Nu, während der Nerv sich verkürzt, an den beiden Schnittenden grosse Stücke der krümlich gewordenen Markscheide und viele blasse, helle Fasern heraustreten und dasselbe geschieht, wenn man einen Nerven vorher zerzupft und einzelne Röhren ins Auge fasst. Die hellen Fasern ergeben sich mit Bestimmtheit als die Axenfasern, da sie leicht in die herausgetretenen Markscheiden und in ganze Nervenröhren sich verfolgen lassen und auch sonst ganz die Charaktere derselben theilen, nur dass sie viel blasser und breiter (bis zu 0,004''' an peripherischen dicken Röhren) offenbar aufgequollen sind, ferner oft darmähnlich gewunden, ja selbst spiralig aufgerollt erscheinen, was seinen Grund einfach in der durch die Essigsäure bewirkten Verkürzung des ganzen Nerven hat. Das Nervenmark selbst wird durch Essigsäure krümelig; die Krümel sind bald Körnchen, bald ganz kurze Stäbchen, wie Fettkrystalle, welche letztere als sternförmig gruppirte Nadeln (Margarinsäure) sehr häufig auch auf den Nervenröhren sich finden. Ebenso schön bringt auch Alcohol und Aether den Axencylinder zum Vorschein, sowohl wenn man frische Nerven in der Kälte mit denselben behandelt, in welchem Falle eine etwas längere Einwirkung nöthig ist, als wenn man sie mit diesen Flüssigkeiten kocht. Namentlich kann ich das Kochen in *Alcohol absolutus* empfehlen, bei welchem ebenfalls in kürzester Zeit herrliche Axenfasern zu Tage kommen. Die Nerven werden hierbei fester, lassen sich aber leicht zerfasern und zeigen immer sehr viele, auf grosse Strecken isolirte Centralfasern, die im Gegensatze zu den mit Essigsäure dargestellten wie contrahirt (höchstens 0,002''' breit), gelblich, fester, auch oft gewunden und gedreht sind. Eben so wirkt auch der Aether. Die Markscheiden werden durch die beiden Reagentien blasser und krümelig und die Krümel erscheinen oft wie zu zierlichen Netzen verbunden. Kocht man Nervenröhren in Aether und nachher in Alcohol, so sind dieselben ganz blass, jedoch die Scheiden und Axencylinder vollkommen deutlich und die letzteren gerade so wie nach Behandlung mit Alcohol allein. Demzufolge scheinen die Axenfasern keine Spur von Fett zu enthalten, wenigstens werden sie durch Aether und Alcohol, ausser dass sie etwas zusammenschrumpfen, nicht verändert, quellen auch nachher in Essigsäure wieder zu blassen breiten Bändern auf. — Ausser durch die genannten Reagentien stellen sich die Axenfasern noch vorzüglich schön dar durch Chromsäure *(Hannover)*, Sublimat *(Purkyně, Czermák)* und Gallussäure, jedoch weniger in frischen Nerven, in denen dieselben zwar augenblicklich deutlich werden, jedoch immer nur mehr durch Zufall und vereinzelt sich isoliren lassen, als vorzüglich nach längerem Verweilen derselben in diesen Flüssigkeiten. Die Nervenröhren erscheinen hier zusammengezogen, die Markscheide krümlig, der Axencylinder dunkler, etwas contrahirt, in Chromsäure gelblich, sonst ganz wie oben beschrieben. *Czermák* hat im Acusticus des Störes aus sich theilenden Nervenfasern durch Sublimat auch gabelförmig gespaltene Axencylinder dargestellt. Auch Jod oder Jod mit Jodwasserstoffwasser (*Lehmann*) wirkt ausgezeichnet. Dasselbe macht an ganz frischen Nerven die Markscheide augenblicklich ganz krümlig und lässt neben vielen auf grösseren Strecken isolirten, etwas geschrumpften Axenfasern in vielen Nervenröhren dieselben aufs Deutlichste *in situ* und zwar meist geschlängelt erkennen. Salzsäure, Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure bringen den Axencylinder ebenfalls in gewissen Fällen zum Vorschein *(Lehmann)*.

3. Der Axencylinder besteht aus einer vom gewöhnlichen Faserstoff und vom Muskelfaserstoff verschiedenen festen Proteinverbindung. Die chemische Natur des Axencylinders ist schwer zu erforschen, weil man denselben nicht in grösseren Mengen zu isoliren im Stande ist; doch lässt sich, wie *Lehmann* und ich gezeigt haben, durch mikrochemische Reaction Einiges

ermitteln. In concentrirter Essigsäure quillt derselbe sehr bedeutend auf, löst sich jedoch schwer und ist selbst nach mehrere Minuten fortgesetztem Kochen, wenn auch blass, doch immer noch unverändert. Länger mit Essigsäure gekocht, löst sich derselbe gerade wie auch geronnenes Eiweiss, dagegen bleiben die Hüllen und etwas Contentum ungelöst. Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) greifen in der Kälte den Axencylinder nur langsam an, doch wird derselbe in Natron augenblicklich sehr blass und quillt bis zu 0,004, 0,005 ja 0,006''' auf. Längeres Verweilen in Natron löst denselben auf und dasselbe geschieht beim Kochen schon nach dem ersten Aufwallen der Flüssigkeit. In rauchender Salpetersäure geht er nach Kurzem, in weniger als einer halben Minute, zu Grunde, gerade wie dies auch mit geronnenem Eiweiss der Fall ist. Mit Salpetersäure und Kali behandelt wird der Axencylinder gelb (Xanthoproteinsäure) und ist spiralig zusammengezogen in den ebenfalls jedoch minder verkürzten Nervenröhren zu sehen. Dagegen wird er durch Zucker und concentrirte Schwefelsäure, welche geronnenes Eiweiss roth färben, nicht tingirt, sondern nimmt höchstens einen gelblichen oder schwach röthlichen Schein an. In Wasser verändert sich der Axencylinder nicht, auch nicht beim Kochen, in welchem Falle er leicht sich isolirt und etwas geschrumpft erscheint; durch Aether und Alcohol wird er selbst beim Kochen nicht gelöst, schrumpft jedoch etwas zusammen. Das Letztere geschieht auch durch Sublimat, Chromsäure, Jod und kohlensaures Kali. Nehmen wir alle diese Reactionen zusammen, so möchte sich wohl mit Bestimmtheit ergeben, dass der Axencylinder eine geronnene Proteinverbindung ist, die jedoch vom Faserstoff sich unterscheidet, indem sie in kohlensaurem Kali und Salpeterwasser sich nicht löst und in Essigsäure und caustischen Alkalien viel mehr resistirt. Mit der Substanz, welche die Muskelfibrillen bildet, stimmt dieselbe dagegen durch ihre Elasticität und Unlöslichkeit in kohlensaurem Kali überein, unterscheidet sich jedoch von ihr durch ihre Unlöslichkeit in verdünnter Salzsäure und ihre Schwerlöslichkeit in Essigsäure.

Dies die wichtigsten Thatsachen, die in Betreff des Axencylinders sich ermitteln lassen. Der Schluss, der aus denselben sich ziehen lässt, scheint mir einfach der, dass der Axencylinder kein Kunstproduct ist, sondern als wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nerven angenommen werden muss. Das Einzige, was sich gegen diese Auffassung der Sache etwa einwenden liesse, ist das, dass die Axenfaser im lebenden, frischen Nerven nicht sichtbar und überhaupt ohne Reagentien im Innern der Nervenröhren nicht als besonderes Gebilde zu unterscheiden sei. Allein es ist zu bemerken, d a s s d i e s e l b e a u c h a u s n o c h w a r m e n N e r v e n z u r A n s c h a u u n g g e b r a c h t w e r d e n k a n n. So finde ich prächtige hervorstehende Axenfasern an den Wurzeln der Hirnnerven eben getödteter Frösche, die ich mit Zuckerlösung möglichst schnell untersuche, namentlich am *Opticus*, *Trigeminus*, *Vagus*, auch an Rückenmarksnerven, z. B. dem zweiten, ich sehe sie unter denselben Verhältnissen in peripherischen zerzupften Nerven des Frosches und habe hier selbst mehrere Male in grösseren, aus Nervenröhren herausgepressten Marktropfen die Axenfasern als gewundene Fäden mit Sicherheit erkannt (Fig. 137. 2). Es bleibt mithin als gegenstehende Thatsache nur die, dass allerdings i m I n n e r n der frischen Nervenröhren selbst die Axenfaser ohne Reagentien nicht sicher zu erkennen ist; allein dieses beweist offenbar durchaus nichts, denn dieselbe ist auch im Innern von Röhren älterer Nervensubstanz, welche, wie die zahlreichsten Beispiele von isolirt an ihnen vorkommenden Axenfasern beweisen, Alle ohne Ausnahme solche enthalten, nicht zu sehen. So wenig als man hier aus dem Umstande, dass die Axenfaser das gleiche Lichtbrechungsvermögen besitzt, wie der noch flüssige Theil der Markscheide, auf ihre Abwesenheit schliessen kann, ebensowenig darf dies an frischen Nervenfasern geschehen. Alles zusammengenommen komme ich zur Ueberzeugung und festen Ansicht, dass auch in frischen Nerven ein besonderes Centralgebilde existirt, das nicht nur durch seine chemische Zusammensetzung, wie mir über jeden Zweifel erhaben scheint, sondern auch durch seine Consistenz und Elasticität, sowie durch eine bestimmte Form von den äusseren Theilen, i. e. der

Markscheide, sich unterscheidet. Der Zustand, in welchem wir die Axenfaser in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blutserum, Eiweiss, *Humor vitreus* zu Anschauung erhalten, scheint mir der naturgemässe zu sein, wogegen allerdings Alcohol, Aether, Jod, Sublimat, Gallussäure, Chromsäure uns dieselbe consistenter als normal, Essigsäure, verdünnte Salpetersäure, Alkalien dagegen blasser und aufgequollener zeigen. Das Nervenmark bildet eine halbflüssige Rinde um die Axenfaser herum und hängt mit derselben innig zusammen, ohne jedoch mit ihr eins zu sein. Man kann daher auch durch Druck sehr häufig das Mark für sich allein zu den Enden der Röhren oder zu seitlichen Rissen der Scheiden heraustreiben. Solche Marktropfen gerinnen gewöhnlich an der Oberfläche und bleiben im Innern hell und klar, wie der centrale Theil der Nervenröhren; viele Autoren haben dieselben als Tropfen des Gesammtinhaltes der Nervenröhren bezeichnet und ihre Bildung als Beweis gegen die Präexistenz der Axenfasern benutzt, allein mit Unrecht. Dieselben gehören nur der Markscheide an, welche an allen nur doppelt contourirten Nervenröhren im Innern noch auf eine ziemliche Strecke ganz hell und klar ist. Axenfaser und heller Raum in doppelt contourirten Röhren sind mithin keineswegs identisch und es ist nicht im Geringsten befremdend und gegen den Axencylinder sprechend, wenn aus solchen Röhren eine Menge Tropfen mit doppelten Contouren und hellem Innern sich erhalten lassen. Die Markscheide kann auch ganz gerinnen und dann bleibt die Axenfaser bald als heller, überall gleich breiter Streif deutlich, bald wird sie, wenn die Krümel zahlreicher sind, verdeckt, so dass der Nerveninhalt ganz geronnen erscheint. Dies ist jedoch nur Schein und immer liegt im Innern solcher Fasern die helle Faser, die ich noch nie geronnen und krümlig gesehen.

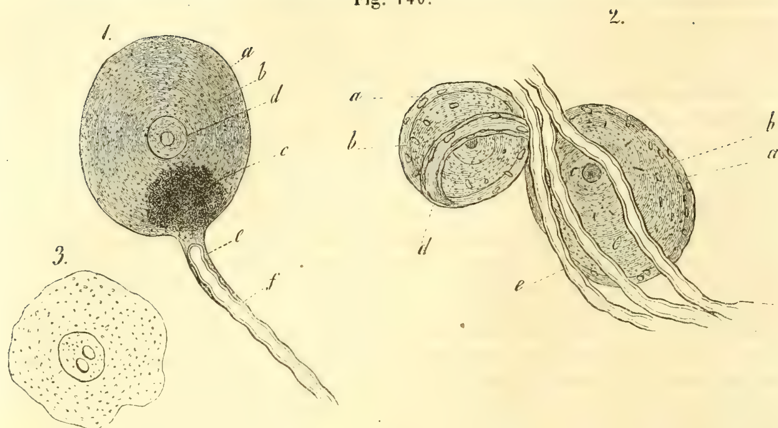
Marklose Nervenfasern finden sich an vielen Orten. Ich rechne zu denselben 1) die blassen Fasern in den Pacinischen Körperchen, 2) die kernhaltigen blassen Fasern in den Enden des Geruchsnerven, 3) die ganz durchsichtigen kernlosen Nervenfasern in der Cornea, 4) die blassen, verästelten und zum Theil anastomosirenden Nervenenden im electrischen Organ von Torpedo und Raja (*R. Wagner, Ecker*), 5) die ähnlich beschaffenen Nervenenden in der Haut der Maus (siehe meine *Mikr. Anat.* §. 11.), 6) die blassen Fortsätze der Nervenzellen der Centralorgane und Ganglien, auch wenn dieselben nicht alle in dunkelrandige Fasern übergehen sollten. — Von diesen Fasern wurden die an Nervenenden vorkommenden gleich von ihren ersten Beobachtern unbedingt für Nervenröhren gehalten und die Nervenzellenfortsätze anlangend, so schrieb ich denselben ebenfalls schon im Jahr 1846 diese Bedeutung zu, allein diese Ansichten konnten doch nicht als ganz gesichert betrachtet werden, so lange nicht das Verhältniss dieser Fasern zu den dunkelrandigen Elementen vollkommen aufgeklärt war. Seit man aber durch *Schwann*, *Ecker* und mich weiss, dass die Nervenfasern der Embryonen genau ebenso beschaffen sind, wie die in Frage stehenden blassen Fasern, seit man durch mich, *Wagner*, *Robin* und *Bidder-Reichert* den Uebergang der blassen Fortsätze der Ganglienkugeln in dunkelrandige Fasern kennt, ist es eher möglich geworden, über diese Sache ins Klare zu kommen. *R. Wagner* hat zuerst die Vermuthung ausgesprochen, dass die blassen Fasern in den Pacinischen Körperchen und in den electrischen Organen Nervenscheiden mit Axencylindern und die Fortsätze, die in Nervenfasern übergehen, selbst blosse Axencylinder seien, ferner dass der ganze granulirte Inhalt einer Ganglienzelle nichts als ein kugelförmig erweiterter Axencylinder sei, und ich hielt mich, nachdem ich den Beweis für die Existenz des Axencylinders als eines im lebenden Nerven vorkommenden und von der Markscheide differenten Gebildes gegeben hatte, für vollkommen berechtigt zur Behauptung, dass die markhaltigen Nervenfasern durch die Axenfasern einerseits mit den blassen Fortsätzen der Ganglienkugeln und dem Inhalte dieser Zellen direct zusammenhängen, andrerseits auch in die blassen Nervenenden der genannten Orte übergehen. Dies gibt aber, wie ich glaube, noch keinen Grund, die genannten blassen

Fasern oder den Inhalt der Nervenzellen ohne weiteres mit den Axencylindern zu identificiren. Dies könnte nur dann geschehen, wenn wir mit Bestimmtheit wüssten, dass die Markscheide der dunkelrandigen Nervenröhren bei der Entwicklung der Nerven von aussen her zu dem Inhalte der blassen embryonalen Fasern dazu kommt und eine ganz neue Bildung zwischen diesem Inhalte und der Nervenscheide ist. Dies ist jedoch nicht der Fall, ja es ist umgekehrt wahrscheinlicher, dass diese Markscheide, die ja auch eiweisshaltig ist, nur durch Metamorphose des äussersten Theiles des embryonalen Nerveninhaltes, d. h. durch Fettentwicklung in demselben sich entwickelt und dass der Axencylinder der nicht veränderte innerste Theil dieses Inhaltes ist. In diesem Falle wären alle Gebilde, um deren Deutung es sich hier handelt, nicht blosse Axencylinder, sondern würden einer ganzen embryonalen Nervenröhre mit ihrem noch nicht differenzirten Inhalte entsprechen und auch mit allen Theilen der dunkelrandigen Röhren continuirlich zusammenhängen, eine Deutung, der ich wenigstens vorläufig den Vorzug gebe. Uebrigens will ich noch bemerken, dass auch die blassen Nervenröhren auf verschiedenen Stufen der Entwicklung gefunden werden. Die kernhaltigen Fasern im Geruchsorgan stehen vollkommen auf der Stufe embryonaler Fasern, ebenso allem Anscheine nach die blassen Verästelungen im electrischen Organ und möchte der Inhalt dieser beiderlei Röhren in seiner Consistenz weniger mit einer Axenfaser übereinstimmen; in den Pacinischen Körperchen bietet sich der Inhalt der blassen Fasern, denn eine Scheide ist wohl auch hier vorhanden, ganz wie ein Axencylinder dar; in der Cornea ist das Contentum der glashellen Endröhren allem Anscheine nach mehr flüssig und was endlich die Fortsätze der Nervenzellen betrifft, so bestehen dieselben, mögen sie eine zarte Hülle besitzen oder nicht, aus einer Substanz, die oft fast ganz einem Axencylinder gleicht, oft aber auch zarter ist als diese und mit dem Contentum der Nervenzellen übereinstimmt. Demzufolge würde der Inhalt der blassen, marklosen Nervenröhren, obschon derselbe genetisch mehr bedeutet als eine Axenfaser, doch vielleicht nahezu die Natur einer solchen anzunehmen im Stande sein.

§. 111.

Die Nervenzellen, *Cellulae nerveae*, (Belegungskörper, Nervenkörper, *Valentin)* (Fig. 140), sind kernhaltige Zellen, welche in grosser Zahl in der grauen oder gefärbten Substanz der Centralorgane, in den Ganglien und hie und da auch in Nervenstämmen und in den peripherischen Ausbreitungen der Nerven *(Retina*, Schnecke, Vorhof) sich finden. Die Nervenzellen besitzen als äussere Bekleidung eine zarte structurlose Membran, welche in den Zellen der Ganglien (den Ganglienzellen, Ganglienkugeln, Ganglienkörpern) mit Leichtigkeit nachzuweisen ist, sehr schwer an denen der Centralorgane; doch gelingt es auch hier, unter Zuziehung von Reagentien, an den grössern Zellen die Membran ziemlich bestimmt zu sehen, wogegen bei den kleinsten, gerade wie bei den feinsten Nervenröhren eine solche, wenn auch vielleicht vorhanden, doch nicht zu beobachten ist. Der Inhalt der Nervenzellen ist eine weiche, aber zähe, elastische Masse, die, abgesehen von dem Zellenkern, aus zwei Theilen besteht, erstens aus einer hellen, homogenen, leicht gelblichen oder farblosen Grundmasse, welche die physikalischen Eigenschaften des Nervenzelleninhalts bedingt und eine Proteinverbindung ist und zweitens aus feinen Körnchen verschiedener Art. In den ungefärbten Nervenzellen sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist

Fig. 140.



sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt bis ins Innere verbreitet und in die zähe Grundsubstanz eingebettet, während in den gefärbten Zellen statt ihrer mehr oder weniger gelbliche, braune oder schwarze Körperchen sich finden. Diese letzteren sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kernes in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz und geben ihr vollkommen das Ansehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle. Mitten in diesem Inhalte liegt der Zellenkern als ein meist sehr klar hervortretendes kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand, ganz hellem flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen.

Die Grösse der Nervenzellen ist sehr verschieden; es gibt auch hier, wie bei den Fasern, grosse und kleine und Mittelformen. Die Extreme für die Zellen sind 0,002—0,003‴ und 0,05—0,06‴. Die Kerne, die den Zellen meist entsprechen, messen von 0,0015—0,008‴, die Kernkörperchen 0,0005—0,003‴. Ausserdem unterscheiden sich die Nervenzellen noch 1) in zartwandige und dickwandige, von denen die ersteren fast alle im Mark und Hirn sich finden und 2) in selbständige Zellen und in Zellen mit blassen Fortsätzen, welche zu einem, zweien und mehreren (uni-, bi-, multipolare Zellen) und häufig ramificirt sich finden, und die ersteren an vielen Orten in dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen und selbst die Bedeutung von marklosen Nervenfasern haben.

Fig. 140. Nervenzellen 350 mal vergr. aus dem Acusticus. 1. Nervenzellen mit Faserursprung aus der Anastomose zwischen Facialis und Acusticus im *Meat. aud. int.* des Ochsen, *a.* Membran der Zellen, *b.* Inhalt, *c.* Pigment, *d.* Kerne, *e.* Fortsetzung der Scheide auf die Nervenfaser, *f.* Nervenfaser. 2. Zwei Nervenzellen mit Fasern aus dem *N. ampull. infer.* des Ochsen, *a.* Scheide mit Kernen, *b.* Membran der Zellen, *c.* Kerne, *d.* eine entspringende Faser mit kernhaltiger Scheide. 3. Isolirter Inhalt einer Ganglienzelle mit Kern und zwei Nucleolis. Diese Zeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Dr. Corti.

Ausser den Nervenzellen finden sich in der grauen Substanz der höhern Centralorgane als constante Bestandtheile auch eine feinkörnige blasse Substanz, die mit dem Inhalte der Zellen die grösste Aehnlichkeit hat und ausserdem stellenweise grosse Anhäufungen freier Zellenkerne. Aehnliche Elemente enthalten auch die Retina und nach *Wagner* und *Robin* die Ganglien der Plagiostomen.

Die Nervenzellen sind einfache Zellen, als welche sie schon von *Schwann* aufgefasst wurden; dies beweist ihre Form, ihre chemische Zusammensetzung und ihre Entwicklung deutlich und klar. Wenn *Bidder* neulich (l. c.) von der Thatsache ausgehend, dass an manchen Orten die Ganglienzellen an zwei Enden mit dunkelrandigen Nervenfasern in Verbindung stehen, die Ansicht aufstellt, dass dieselben als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien, so hat derselbe die Nervenzellen übersehen, die keine Fasern abgeben, die ganz dieselbe Hülle besitzen, wie die mit Faserursprüngen, und nicht beachtet, dass es auch Nervenzellen mit Einer und solche mit vielen Faserursprüngen gibt, bei denen seine Anschauungsweise ganz unnatürlich wird, endlich, dass die Entwicklungsgeschichte die Bildung einer Nervenzelle *in toto*, mag sie nun Faserursprünge besitzen oder nicht, aus einer einfachen Zelle beweist. — Ob die Nervenzellen der grossen Centralorgane Membranen besitzen oder nicht, ist noch nicht entschieden. *Stannius* konnte dieselben bei den Neunaugen nicht finden und *R. Wagner* stimmt für die Nervenkörper der electrischen Lappen der Zitterrochen bei. Ich glaube an den grossen vielstrahligen Körpern im Rückenmark und kleinen Gehirn des Menschen und auch hie und da an andern eine Membran zu sehen, gebe jedoch gern zu, dass an allen kleineren und an den Fortsätzen der centralen Zellen überhaupt eine Hülle nicht wahrzunehmen ist. Dies scheint mir jedoch noch nicht hinreichend, um ihre Existenz zu läugnen und glaube ich, dass man hier wie bei den feinsten Nervenröhren vorläufig noch eines bestimmten Urtheiles sich zu enthalten hat. — Die Fortsätze der Nervenzellen in Hirn und Mark, die *Purkyně* zuerst gesehen, werden bei den Centralorganen näher geschildert und dort auch die Frage erörtert werden, wie dieselben zu den centralen Fasern sich verhalten. In den Ganglien fehlen Zellen mit verästelten Fortsätzen und an ihrer Stelle finden sich nur solche mit einem oder zwei, selten drei oder vier blassen Anhängen, die in dunkelrandige Röhren sich fortsetzen. — Die Nervenzellen bestehen dem grössten Theile nach aus einer geronnenen, obschon weichen Proteinverbindung, die mit der der Axenfasern sehr übereinzustimmen scheint. Ob die Membranen und Kerne wesentlich von derselben abweichen, ist unausgemacht. Das Fett, das man in geringer Menge auch in der grauen Substanz gefunden hat, bildet auf jeden Fall die dunklen Körnchen der Zellen und scheint auch sonst im Inhalte derselben sich zu finden. Drückt man isolirte Nervenzellen, so platten sie sich sehr ab, nehmen aber beim Nachlass ihre alte Form wieder an. Auch ihre Fortsätze sind sehr elastisch und lassen sich, gleich den Axenfasern, sehr in die Länge ziehen, um nachher wieder sich zu verkürzen.

Da unsere Kenntniss der chemischen Zusammensetzung der grauen und weissen Nervensubstanz noch Manches zu wünschen übrig lässt, so begnüge ich mich mit folgenden Angaben. *Lassaigne* fand im Hirn eines Wahnsinnigen:

	Graue Substanz.	Weisse Substanz.
Wasser	85,2	73,0
Eiweissartige Substanz	7,5	9,9
Farbloses Fett	1,0	13,9
Rothes Fett	3,7	0,9
Fleischextract, milchsaure Salze	1,4	1,0
Phosphorsaure Salze	1,2	1,3.

Nach *Frémy* (*Compt. rend. Tom.* 9. *pg.* 703, *Annal. der Chem. und Pharm.* 1841, Bd. 40, St. 69) enthält das Gehirn (beide Substanzen zusammen) 80 % Wasser, 7 % Eiweiss, 5 % Fett, 8 % Fleischextract und Salze, was mit der Analyse von *Vauquelin*, der ausserdem das Fleischextract zu 1,12, die Salze zu 6,65 bestimmt, fast ganz übereinkommt, dagegen von der von *Denis*, welcher viel mehr Fett (12,40 bei einem 20jährigen, 13,3 bei einem 78jährigen Menschen) und weniger Wasser (78 und 76 %) fand, abweicht.

Centrales Nervensystem.

§. 112.

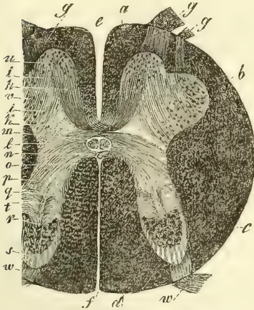
Rückenmark. Die nervösen Elemente sind im Rückenmark so vertheilt, dass die äussere weisse Substanz desselben ausschliesslich von Nervenröhren, der graue Kern mit seinen Ausläufern, den Hörnern, dagegen fast zu gleichen Theilen aus Nervenröhren und Nervenzellen gebildet wird.

Die weisse Substanz des Rückenmarks kann für die Beschreibung am passendsten in hergebrachter Weise in zwei Hälften und jede derselben in drei Stränge getheilt werden. Die Vorderstränge, *Funiculi anteriores,* werden nach innen durch die in der ganzen Länge des Markes sich erstreckende *Fissura anterior*, in welche ein gefässreicher Fortsatz der *Pia mater* sich einsenkt, fast ganz von einander getrennt, hängen jedoch im Grunde der Spalte durch die vordere oder weisse Commissur *(Com. alba)* unter sich zusammen; nach aussen reichen sie bis zur Austrittsstelle der vorderen Wurzeln oder bis zum *Sulcus lateralis anterior,* hängen jedoch hier unzertrennlich mit den Seitensträngen, *Funiculi laterales,* zusammen, welche ihrerseits an der Austrittsstelle der hinteren Wurzeln, wo der *Sulcus lateralis posterior* liegt, wiederum ohne Grenze in die hinteren Stränge übergehen. Diese, *Funiculi posteriores,* stossen zwar in der hinteren Mittellinie scheinbar zusammen, indem die von Manchen angenommene hintere Längsspalte, mit Ausnahme der Lendenanschwellung und der oberen Cervicalgegend, beim Menschen nicht existirt, sind aber doch in der ganzen Ausdehnung des Markes durch sehr zahlreiche, in der hinteren Mittellinie bis zum grauen Kern eindringende Gefässe so von einander getrennt, dass ihre Elemente an den meisten Orten einander nicht einmal berühren, und wo dies noch der Fall ist, nur juxtaponirt sind und durchaus nie in einander übergehen. Es stellt mithin die weisse Substanz des Markes zwei nur durch die vordere weisse Commissur vereinte Hälften dar, von denen jede mehr künstlich in drei Stränge zerfällt, welche die zwischen den Hervorragungen der grauen Substanz befindlichen Vertiefungen ausfüllen.

Die graue Substanz besitzt einen mittleren Theil von mehr bandartiger Gestalt und vier seitlich von demselben ausgehende Blätter, so dass der Querschnitt derselben ein Kreuz bildet. Der mittlere Theil oder die graue Commissur, *Com. grisea*, enthält beim Erwach-

senen normal nie einen Canal, wie er beim Fötus sich findet, und besteht aus einem centralen, vorzüglich von Nervenzellen gebildeten cylindrischen oder abgeplatteten Streifen von leicht gelblicher Farbe, dem grauen Kern, *Subst. grisea centralis*, und aus querlaufenden, vor und hinter dem Kerne vorbeiziehenden Nervenfasern, den grauen oder hinteren Commissuren, *Commissurae posteriores s. griseae*. Von den Blättern, auf dem Querschnitte auch Hörner genannt, sind die vorderen kürzeren und dickeren, *Laminae griseae anteriores, Cornua anteriora*, gleichmässig grau aus grösseren und kleineren Nervenzellen und zarteren und mittelfeinen Nervenfasern gebildet, die hinteren längeren und schlankeren, *Laminae posteriores, Cornua posteriora*, an ihrem Ursprunge so gebildet, wie die vorderen, nur meist mit kleineren Zellen, am freien Rande dagegen von einer helleren Schicht mit vorwiegenden kleineren Nervenzellen, der *Substantia gelatinosa Rolando*, bekleidet. Von den Wurzeln der Rückenmarksnerven dringen die vorderen zwischen den vorderen und seitlichen Strängen gerade auf die vorderen Hörner ein, und die hinteren verlieren sich zwischen den seitlichen und hinteren Strängen durch die *Substantia gelatinosa* durchtretend in den hinteren Blättern.

Fig. 141.



Den feineren Bau des Rückenmarks anlangend, so sind in der weissen Substanz 1) horizontale und 2) longitudinale Fasern zu unterscheiden. Letztere sind an allen Stellen, mit Ausnahme der vorderen Commissur, einem guten Theile nach ganz unvermischt mit horizontalen Fasern und verlaufen überall, an der Oberfläche, wie in der Tiefe, alle einander parallel, ohne jemals sich untereinander zu verflechten oder feinere Bündel zu bilden. Dieselben nehmen von oben nach unten an Zahl ab, indem sie, wie später gezeigt werden soll, successive von innen her in die graue Substanz eintreten und zeigen die allgemeinen Charactere der centralen Nervenröhren, d. h. Zartheit der Scheiden, Geneigtheit zur

Fig. 141. Querschnitt durch das Rückenmark in der obern Lendengegend ungefähr 30 mal vergr., halbschematisch. *a.* Vorderstränge, *b.* Seitenstränge, motorischer Theil, *c.* Seitenstränge, sensibler Theil, *d.* Hinterstränge, *e.* vordere Längsspalte, *f.* hintere Längsspalte, *g.* motorische Wurzeln, *h.* inneres Bündel, *i.* äusseres Bündel derselben, *k.* Kreuzung der Vorderstränge in der vordern Commissur, *l.* graue Fasern der Seitenstränge in die vordere graue Commissur übergehend, *m.* grauer centraler Kern, hier innerlich mit zwei Gruppen etwas dunklerer Zellen, *n.* hintere graue Commissur, mit einem querdurchschnittenen Gefäss, *o.* Fasern der Hinterstränge, in die graue Commissur übergehend, *p.* Fasern der sensiblen Wurzeln in die Seitenstränge abgehend, *q.* eben solche in die Hinterstränge eintretend, *r.* longitudinale Bündel von Fasern, die in die sensiblen Wurzeln übergehen, *s.* *Substantia gelatinosa*, mit durchsetzenden Bündeln der sensiblen Wurzeln *w*, *t.* horizontal nach vorn zu den grauen Commissuren verlaufende sensible Wurzelfasern, *u.* grosse Zellen der vordern Hörner (die Punkte), innere Gruppe, *v.* ebensolche, äussere Gruppe.

Bildung von Varicositäten und zum Zerfallen in einzelne Bruchstücke, die entweder aus allen ihren Theilen oder nur aus der Axenfaser oder aus der Markscheide bestehen. Ihr Durchmesser beträgt von 0,0012—0,0048‴, im Mittel 0,002—0,003‴ und ist bei einer und derselben Faser offenbar stets annähernd derselbe, indem in der weissen Substanz weder Theilungen, noch ein sonstiger Wechsel der Nervenröhren im Durchmesser sich findet. Die queren Fasern finden sich 1) in den Theilen der Seiten- und hinteren Stränge, die an die Hörner der grauen Substanz anstossen, deren Beschreibung unten bei der grauen Substanz folgt, 2) in der weissen Commissur und 3) an den Eintrittsstellen der Nervenwurzeln. Die weisse oder vordere Commissur (Fig. 141 *k*) ist keine Commissur im gewöhnlichen Sinne des Wortes. Dieselbe wird von den jeweiligen tiefsten Nervenfasern der vorderen Stränge gebildet, welche, indem sie in schiefem Verlaufe nach innen sich biegen, vor der grauen Commissur sich durchkreuzen und das vom rechten Vorderstrange kommende Bündel in das linke vordere Horn der grauen Substanz, das vom linken abstammende in das rechte Vorderhorn horizontal ausstrahlen. Die vordere Commissur ist mithin eine Kreuzung der Vorderstränge und wird auch besser mit diesem Namen bezeichnet. Ihre Dicke variirt und ebenso wechselt auch ihre Breite; am stärksten ist sie in der Gegend der zwei Anschwellungen, am schwächsten in der Mitte der Dorsalgegend des Markes. Die Breite richtet sich so ziemlich nach der Breite des Markes und des Grundes der vorderen Spalte, ist am stärksten an der Halsanschwellung und nimmt von hier nach beiden zwei Seiten ziemlich gleichmässig ab. Die sich kreuzenden Fasern messen 0,0012 — 0,003‴ und nehmen beim Ausstrahlen in die vorderen Hörner zum Theil deutlich an Durchmesser ab.

Die Wurzeln der Spinalnerven (Fig. 141. *g. w.*) setzen ohne mit den longitudinalen Fasern in irgend eine Gemeinschaft zu treten, in grösseren Bündeln vom *Sulcus lateralis anterior* und *posterior* aus horizontal oder leicht aufsteigend zwischen denselben hindurch, um Alle in die vorderen und hinteren grauen Blätter sich einzusenken, wo wir denselben wieder begegnen werden. Ihre Nervenröhren (in den hinteren Wurzeln zu ⅔ von 0,004—0,008‴, zu ⅓ von 0,0012—0,003‴, in den vorderen zu ¾ von 0,006—0,011‴, zu ¼ von 0,0025—0,003‴) besitzen, sowie sie ins Mark eingetreten sind, alle Charactere centraler Fasern und messen die stärkeren anfänglich noch zum Theil 0,004—0,006‴ in den sensiblen, bis zu 0,008‴ in den motorischen Wurzeln, verschmälern sich aber nachweisbar immer mehr, um schliesslich die Ersteren mit kaum mehr als 0,0012—0,0028‴ Durchmesser, die Letzteren ebenfalls die meisten nicht stärker als 0,004‴ (einzelne mit 0,006‴) in die graue Substanz zu treten.

In der grauen Substanz verdienen die Nervenzellen und die Nervenröhren einer besonderen Berücksichtigung. Die Ersteren kommen in sehr verschiedenen Formen vor, stimmen jedoch Alle darin über-

ein, dass sie ohne Ausnahme und zwar meist mehrfache Ausläufer besitzen, welche schliesslich durch Verästelung in ganz feine, blasse Fäserchen wie die feinsten Axenfasern auslaufen. Ich unterscheide 1) die Zellen der *Substantia grisea centralis.* Dieselben (Fig. 142) sind 0,004 — 0,008‴ gross, immer blass und fein granulirt, mit mehrfachen Kernen und sich verästelnden blassen Fortsätzen und bilden, wie es scheint, die Hauptmasse des centralen grauen Kernes, doch finden sich in demselben auch noch dunkle ächte Nervenröhren, jedoch nahezu von den allerfeinsten, die man kaum mehr als solche erkennt und zwar sehr spärlich und ganz vereinzelt, ferner ziemlich viele ganz feine blasse Fäserchen, wie die Ausläufer der Zellen, nur gestreckter, mit transversalem und longitudinalem Verlauf, von denen sich nicht mehr sagen lässt, ob sie Nervenröhren sind oder zu den Fortsätzen der Zellen gehören. Die gesammte graue Kernmasse ist in der Lendenanschwellung am stärksten auf Querschnitten birn-, schild- oder herzförmig von Gestalt, nächst ihr folgt die Halsanschwellung und zuletzt erst der obere Hals- und der Rückentheil, in welchen letzteren Theilen der Querschnitt derselben eine liegende Ellipse am Halse mit sehr entwickeltem längerem Durchmesser darstellt. Dieselbe zeigt hie und da, besonders in der Lendengegend, eine Andeutung einer Zusammensetzung aus zwei Hälften, indem die Mitte etwas heller und die Seitentheile durch Fettkörnchenansammlungen in den Zellen dunkler erscheinen.

Fig. 142.



Mit den eben geschilderten Zellen stimmen 2) die der *Substantia gelatinosa* so ziemlich überein, nur dass sie leicht gelblich sind und 1—3 Fortsätze und einfache Kerne haben. Neben diesen Zellen enthält die *Subst. gelatinosa* noch die durchtretenden Faserbündel der hinteren Wurzeln und viele andere ächte Nervenfasern (siehe unten).

Sehr entwickelte ausgezeichnete Nervenzellen sitzen 3) vorzüglich an der Spitze der vorderen Hörner, eine innere und äussere Gruppe bildend (Fig. 141. *u. v.*), kommen aber auch in den übrigen Theilen der vorderen Hörner und, obschon weniger zahlreich, auch in den hintern Hörnern, dagegen nie in der *Substantia gelatinosa* und in der grauen Commissur vor. Alle diese Zellen (Fig. 143) sind 0,03 — 0,06‴ gross, mit 0,005—0,008‴ grossen Kernen, spindelförmig oder vieleckig, häufig braun

Fig. 142. Zellen aus dem grauen centralen Kern des Markes vom Menschen, 350 mal vergr.

Fig. 143.



pigmentirt und mit 2—9 und noch mehr verästelten anfangs häufig 0,004—0,005''' dicken Ausläufern versehen, die bis auf 0,1—0,24''' sich verfolgen lassen und schliesslich in feine Fäserchen auslaufen, die kaum stärker als 0,0004''' alle in der grauen Substanz drin liegen. Ausser diesen grossen, meist vielstrahligen Zellen, kommen in der grauen Substanz noch sehr zahlreich, jedoch mehr vereinzelt zwischen den Nervenröhren derselben kleinere Zellen vor, die eine vollständige Reihe zwischen den grossen Zellen und denen der *Subst. gelatinosa* bilden und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Die Nervenröhren der grauen Substanz sind äusserst zahlreich, so dass sie auf jeden Fall die Hälfte derselben, wo nicht mehr ausmachen, und verhalten sich wie die der Marksubstanz, nur dass sie durchschnittlich um die Hälfte und mehr dünner (bis zu 0,0008''') sind; doch finden sich auch ebenso breite Fasern, wie in der weissen Substanz und in den eintretenden Nervenwurzeln, namentlich in den vorderen Hörnern, jedoch mehr vereinzelt und vorzüglich gegen die vorderen Wurzeln hin. Die Untersuchung des Verlaufes dieser Nervenfasern in der grauen Substanz ist eine der schwierigsten Aufgaben der Mikroskopie. Betrachten wir vor Allem die Wurzeln der peripherischen Nerven (Figg. 141, 144), so zeigt sich 1) dass die motorischen unter denselben, nachdem sie im *Sulcus lateralis anterior* und in den angrenzenden Theilen der Vorder- und Seitenstränge eingetreten und horizontal die lon-

Fig. 143. Grosse Nervenzellen mit Fortsätzen aus den vorderen Hörnern des Rückenmarkes des Menschen, 350 mal vergr.

gitudinalen Fasern der weissen Substanz durchsetzt haben, in der grauen Substanz der Vorderhörner vorzüglich nach zwei Richtungen weiter ziehen. Die einen und zwar besonders die am weitesten nach innen eingetretenen Bündel (Fig. 141. *h*), gehen, ohne Geflechte zu bilden oder in erheblicherer Weise in untergeordnete Fascikel sich zu sondern, in den innersten Theilen der Vorderhörner, an die Vorderstränge angrenzend, gerade rückwärts und etwas nach innen. Hierbei treten sie durch die innere Gruppe der vielstrahligen grossen Nervenzellen hindurch, jedoch als ganz compacte Bündel und ohne mit den Fortsätzen der Zellen irgendwie zusammenzuhängen, wie dies bei stärkeren Vergrösserungen sehr leicht sich ergibt, welche die einzelnen Nervenfasern durch diese Zellen hindurch zu verfolgen erlauben. Geht man nun diesen von den vorderen Wurzeln abstammenden Bündeln weiter nach, so ergibt sich an günstigen Schnitten, dass dieselben, immer in den Vorderhörnern verlaufend, bis zu den Seitentheilen der vorderen Commissur sich erstrecken und schliesslich unter einem stärkeren oder schwächeren Bogen continuirlich in die Fasern derselben sich fortsetzen und zwar so, dass die Wurzelfasern der rechten Seite in die linken Vorderstränge, die der linken Seite in die rechten übergehen. Es hat mithin in der weissen Commissur ein Zusammenhang der longitudinalen Fasern der Vorderstränge und eines Theiles der motorischen Wurzeln, verbunden mit einer totalen Durchkreuzung statt.

Ein namhafter Theil Fasern der motorischen Wurzeln nimmt an der beschriebenen Kreuzung keinen Antheil und steht mit den vorderen Bündeln nicht im mindesten Zusammenhang und zwar die äusseren der in die Vorderhörner eintretenden Wurzelfasern. Dieselben (Fig. 141. *i*) verlaufen, meist in kleinere Bündel oder selbst einzelne Fasern aufgelöst und daher weniger leicht zu bemerken, zum Theil gerade rückwärts, zum Theil bogenförmig nach aussen, wenden sich aber schliesslich nach der vorderen Hälfte der Seitenstränge zu, wo sie durch die äussere Gruppe der grossen vielstrahligen Zellen der Vorderhörner hindurchsetzen und dann in horizontalem Verlaufe in die Seitenstränge eindringen. Diese queren Fasern nun dringen verschieden weit (bis nahe an die Hälfte oder selbst über dieselbe hinaus) in die Seitenstränge hinein, biegen sich dann nach oben um und laufen als longitudinale Fasern derselben weiter. Es entspringt mithin, um es anders auszudrücken, ein zweiter Theil der motorischen Wurzeln aus der vorderen Hälfte der Seitenstränge derselben Seite und verlässt das Mark, ohne eine Kreuzung eingegangen zu sein.

Noch verdient Berücksichtigung, dass die Fasern, welche aus den vorderen und Seitensträngen in die motorischen Wurzeln übergehen, während ihres Verlaufes die meisten (vielleicht Alle) namhafte Aenderungen ihres Durchmessers erleiden. Diejenigen der Vorderstränge messen, wie oben angeführt wurde, anfänglich im Mittel 0,002—0,004‴, in der vorderen Commissur kaum über 0,003‴ und in der grauen Substanz

kaum mehr als 0,002''' und eben so verhält es sich auch mit denen der Seitenstränge, die jedoch schon innerhalb dieser selbst, wo sie horizontal verlaufen, kaum über 0,002''' messen. Auf diese Verschmälerung folgt aber zum Theil schon innerhalb der grauen Substanz, zum Theil da, wo die Wurzelbündel dieselbe verlassen, eine neue Dickenzunahme, welche schon oben durch Zahlen belegt wurde, so dass mithin, wenn wir von den peripherischen Nerven ausgehen, dieselben beim Eintritte ins Mark bis in die graue Substanz immer mehr sich verschmälern und beim Anschlusse an die longitudinalen Elemente der weissen Substanz wieder zunehmen, jedoch so, dass sie ihren anfänglichen Durchmesser bei weitem nicht erreichen. Von Theilungen sah ich an den Fasern der vorderen Wurzeln in den Vorderhörnern so wenig als sonst wo im Marke eine bestimmte Andeutung.

Die hinteren Nervenwurzeln treten, wie schon erwähnt, gleich den vorderen ebenfalls horizontal oder leicht schief aufsteigend vom *Sulcus lateralis posterior* aus durch die longitudinalen Fasern der weissen Substanz bis zu den hinteren Hörnern. Hier lösen sie sich in einzelne schwächere und stärkere Bündel (von 0,01 — 0,02''') auf (Figg. 141. *s*, 144. *b*) und setzen, jedes für sich, geraden Weges und ohne mit Nervenzellen irgendwelche directe Verbindung einzugehen, durch die *Substantia gelatinosa* hindurch in die *Substantia grisea* hinein. In dieser verfolgen sie zwei Wege. Der eine Theil derselben biegt sich gleich bogenförmig oder nahezu unter einem rechten Winkel aufwärts, verläuft im hintersten Theile der *Substantia grisea* dicht vor der *Substantia gelatinosa* der Länge nach weiter und schliesst sich allmälig vorzüglich an die Hinterstränge, zum Theil auch an die hinteren Partieen der Seitenstränge an, um als longitudinale Fasern derselben weiter zu ziehen (Figg. 141. *r*, 144. *g*). Ein zweiter Theil der sensiblen Wurzeln (Figg. 141 *t*, 144) dringt immer fascikelweise zwischen den erwähnten longitudinalen Bündeln weiter nach vorn und verliert sich schliesslich in

Fig. 144.

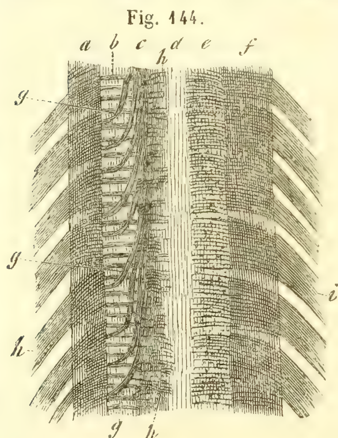


Fig. 144. Senkrechter Durchschnitt durch das Mark mitten durch die grauen Hörner und die Eintrittsstellen der Wurzeln, circa 25 mal vergr. *a*. Hintere Stränge von den sensiblen Wurzeln *h* quer durchsetzt. *b*. *Substantia gelatinosa*. *c*. Fortsetzungen der hinteren Wurzeln, die vor der *Substantia gelatinosa* sich umbiegen und longitudinal verlaufen, um sich dann namentlich an die Hinterstränge anzuschliessen. *d*. Basis der hinteren Hörner mit den (weil durchschnittenen) scheinbaren Enden des horizontal verlaufenden Theiles der sensiblen Wurzeln. *e*. Vorderes Horn mit den grossen Nervenzellen (die Punkte) und den ebenfalls horizontal verlaufenden und abgeschnittenen Fortsetzungen der motorischen Wurzeln. *f*. Vorderstränge mit durchsetzenden motorischen Wurzeln *i*.

den hinteren und in den seitlichen Strängen und geht auch in die grauen Commissuren ein. Die ersteren Fasern sind auf horizontalen Schnitten häufig sehr deutlich, namentlich die in die Hinterstränge abgehenden (Fig. 141. *p*, *q*). Am schönsten sah ich dieselben am unteren Ende des Markes unter der Lendenanschwellung, wo dieselben gegen den *Conus medullaris* hin, bis in die Nähe des grauen Centralkernes verliefen und dann erst in die Hinterstränge rückwärts sich bogen, ebenfalls schön an der Lendenanschwellung hier zwischen der *Substantia gelatinosa* und der hinteren Commissur. Auch die in die Seitenstränge abgehenden horizontalen Wurzelfasern sind oft ausnehmend deutlich, doch scheinen sie an Zahl den in die Hinterstränge tretenden bedeutend nachzustehen. Der Zusammenhang der grauen Commissuren mit einem Theil der sensiblen Wurzelfasern ist bei der hinteren nicht schwer zu sehen, deren Fasern, zum Theil wenigstens, längs der hinteren Stränge rückwärtslaufend, direct in die Bündel der *Substantia gelatinosa* sich fortsetzen. Auch bei der vorderen grauen Commissur habe ich, wenn auch nicht einen directen Zusammenhang mit den sensiblen Wurzeln, doch Fasern gesehen, die horizontal in der Richtung gegen die Spitzen der hinteren Hörner in dieselben hineinliefen. Die Commissurenfasern stehen übrigens nicht bloss mit den sensiblen Wurzeln, sondern auch, und zwar ganz evident, mit den Hintersträngen und minder deutlich mit den Seitensträngen in Zusammenhang, aus deren vorderen an die Basis der Hinterhörner angrenzenden Theilen bogenförmig verlaufende Bündel in die Commissuren übergehen und mit den andern Commissurenfasern sich mischen (Fig. 141, *o* u. *l*). Wahrscheinlich gehen dieselben auf der entgegengesetzten Seite in die mit den hinteren Wurzeln zusammenhängenden Commissuren über, in welchem Falle, ähnlich der vorderen Hälfte des Markes, auch eine Faserkreuzung in der hinteren Commissur sich fände. Dem Bemerkten zufolge beziehen die sensiblen Wurzeln ihre Fasern vorzüglich aus den Hintersträngen und Seitensträngen (der hinteren Hälfte) ihrer Seite und wahrscheinlich auch durch die grauen Commissuren von den beiden genannten Strängen der anderen Seite.

Auch die Fasern der sensiblen Wurzeln verschmälern sich während ihres Verlaufes durch die graue Substanz der hinteren Hörner. In den Wurzeln selbst messen dieselben zum Theil noch bis 0,008‴, in der *Substantia gelatinosa* nie über 0,004‴, in der *Substantia grisea* 0,001—0,003‴, in den grauen Commissuren nur 0,0008—0,0012‴, in den Hinter- und Seitensträngen wieder 0,0012—0,004‴, wobei jedoch zu bemerken, dass hier die Zunahme bei den horizontal in diese Stränge eindringenden Röhren anfänglich noch nicht zu bemerken ist, wie namentlich senkrechte Schnitte in der Richtung von innen nach aussen durch die hinteren Hörner lehren. Der Wechsel im Durchmesser ist auch hier an vielen Fasern, z. B. beim Eintritte der Wurzeln in die gelatinöse Substanz direct zu beobachten.

Ausser diesen mit den motorischen und sensiblen Wurzeln zusam-

menhängenden Fasern sieht man in der grauen Substanz ziemlich viele Nervenröhren, die sich nicht auf die der Wurzeln zurückführen lassen und die bis auf Weiteres als besondere Markfasern angesprochen werden können.

Das *Filum terminale* enthält, soweit dasselbe noch hohl ist, als Fortsetzung der grauen Substanz des Markes, eine graue weiche Masse, die vorzüglich aus runden, 0,005—0,006''' grossen, kernhaltigen, blassen Zellen wie Nervenzellen besteht. Ausserdem finden sich im oberen Theile desselben zwischen den Zellen noch wirkliche dunkelrandige Nervenröhren von verschiedenen, meist geringen Durchmessern, ferner zahlreiche feine blasse Fasern, deren Bedeutung mir nicht klar geworden, nämlich ob sie Fortsätze von Zellen oder von den allerfeinsten Nervenfasern sind. *Remak (Observ.* pg. 18) vermuthet, dass bei Säugethieren die wirklichen Nervenfasern des *Filum* alle in seitliche Aeste desselben abgehen, die von ihm an demselben wahrgenommen wurden.

Für die Erforschung des Faserverlaufes im Rückenmark ist die Chromsäure, an deren Stelle auch chromsaures Kali genommen werden kann, das Hauptmittel. Es ist nicht leicht, das richtige Verhältniss der Säure zu treffen und das Mark, das vorher seiner *Dura mater* beraubt und an beliebigen Stellen mit einem scharfen Messer quer durchschnitten wird, durch und durch so zu erhärten, dass man leicht ganze feine Querschnitte von demselben entnehmen kann; ist die Lösung zu verdünnt, so bleibt dasselbe im Innern weich und fault, ist sie zu concentrirt, so wird dasselbe brüchig, spröde und lassen sich keine grösseren Segmente entnehmen. Ich habe leider versäumt, die bestwirkende Lösung nach Procenten zu bestimmen und kann nur so viel sagen, dass eine solche von weingelber Farbe am besten wirkte. An solchergestalt gut erhärteten Objecten lassen sich nun nach Belieben mit dem Rasirmesser oder einem anderen sehr scharfen Messer bei gehöriger Vorsicht, namentlich unter Vermeidung sägeförmiger Bewegungen feine, auch für die stärksten Vergrösserungen taugliche Segmente entnehmen und mit oder ohne Druck und Reagentien bei verschiedenen Vergrösserungen erforschen. Die graue Substanz wird durch die Chromsäure kaum verändert, ausser dass ihre Elemente leichter sich lösen, und ich habe die Nervenzellen derselben sammt ihren Fortsätzen und die Nervenfasern fast auf keine andere Weise schöner gesehen. Will man die Ersteren studiren, so zerzupft man die graue Substanz in Wasser, das nun nicht mehr alterirend einwirkt oder am besten in der Chromsäurelösung selbst; kommt es dagegen nur auf die Letzteren an, so ist das allerbeste verdünntes *caust. Natron* oder *Kali* zuzusetzen, welches alle Nervenzellen erblassen macht. Denen, welchen diese Mittel, sich so zarte Organe, wie das Mark, zurechtzulegen, zu gewaltsam dünken, bemerke ich 1) dass, wie schon *Hannover* angibt, Chromsäure die Nervenröhren, besonders der grauen Substanz, so wenig alterirt, dass die meisten derselben nicht einmal varicös werden und dass 2) Natron, einem Chromsäurepräparat beigesetzt, auf die Röhren nur nach längerer Zeit und nur insofern einwirkt, als es dieselben heller und ihren Markinhalt flüssig macht. Ich habe nirgends schönere Nervenröhren der grauen Substanz gesehen als an Chromsäurepräparaten und bin der Ansicht, dass von allen bekannten Mitteln dieses das beste ist, um dieselben zu studiren. Mit dem Druck muss man aber sehr vorsichtig verfahren. Ich benutzte ein Compressorium von *Nachet*, das ganz feine Deckgläschen und so auch die stärksten Vergrösserungen anzuwenden erlaubte; wollte ich bedeutenderen Druck zum Studium gröberer Verhältnisse, so reichten die gewöhnlichen Apparate aus, bei denen man jedoch bei kurzer Brennweite des Mikroskopes nur schwächere

Vergrösserungen gebrauchen kann. Ich habe ganze Quersegmente des Markes vor mir gehabt, an denen so zu sagen kein Theil aus seiner relativen Lage gerückt war und die doch die Anwendung 350 maliger Vergrösserung gestatteten. Noch bemerke ich, dass die für die erste Untersuchung günstigste Stelle des Markes die Lendenanschwellung ist. Hier ist das Mark nicht so dick, dass nicht ganze Segmente desselben zu erhalten wären, ferner die nur hindernde weisse Substanz dünn, die Wurzeln und Commissuren stark und leichter zu verfolgen.

Ob die Nervenröhren im Marke Theilungen zeigen, ist noch nicht ganz ausgemacht, doch glaube ich solche einmal an einer dunkelrandigen Röhre, ein anderes Mal an einem isolirten Axencylinder gesehen zu haben. Auf jeden Fall können solche Theilungen nicht häufig sein, sonst hätte ich dieselben öfter sehen müssen, da ich eine Unzahl von Nervenröhren und Axencylindern gerade auf diesen Punkt untersuchte. Anastomosen der Ausläufer verästelter Nervenfasern, die *Schröder van der Kolk* gesehen zu haben glaubt, muss ich nach meinen bisherigen Erfahrungen bezweifeln, ohne die Möglichkeit eines solchen Vorkommens in Abrede zu stellen.

§. 113.

Muthmaasslicher Faserverlauf im Marke. Wir haben gefunden, dass die motorischen und sensiblen Wurzeln nicht an ihrer Einpflanzungsstelle in die graue Substanz des Markes enden, wie es auf den ersten Blick der Fall zu sein scheint, sondern in überwiegender Mehrzahl sich aufwärts biegen und den longitudinalen Fasern der weissen Substanz sich beigesellen. Die wichtige Frage ist nun die, zu wissen, was aus diesen Fasern wird, ob dieselben nach kürzerem oder längerem Verlauf im Marke enden oder Alle nach dem Gehirn emporsteigen. Bekanntlich sind bis vor Kurzem die meisten Forscher der letztgenannten Ansicht gewesen, bis *Volkmann* in seinem mit Recht gerühmten Artikel „Nervenphysiologie" dieselbe, die weniger auf directe Beobachtungen als auf Gründe der Wahrscheinlichkeit sich stützte, in ihren Grundpfeilern erschütterte, und die Mehrzahl der Physiologen mit sich fortriss. Auch ich war unter diesen, so lange ich nicht die Verhältnisse selbst untersucht hatte, denn es unterlag keinem Zweifel, dass *Volkmann's* Theorie die anatomischen Thatsachen und die Ergebnisse der Physiologie, wie sie damals vorlagen, in ganz entsprechender Weise mit einander verband. Wenn ich demungeachtet jetzt die *Volkmann*'sche Theorie von der Endigung der Rückenmarksnerven im Marke verlasse, so sind es gewichtige Gründe, die mich hierzu bewegen, und thut es mir eigentlich leid, eine Auffassungsweise nicht stützen zu können, welche über viele schwierige Theile der Nervenphysiologie so viel Licht zu verbreiten und mit so vielen anderen anatomischen Verhältnissen (Ganglien, wirbellose Thiere) im Einklang zu stehen schien.

Volkmann stützt sich bei seiner Hypothese von dem Entspringen der Fasern im Mark darauf (l. c. pg. 482 flgde.), dass das Rückenmark keine kegelförmige Gestalt mit der Basis nach oben besitzt, wie es der Fall sein müsste, wenn alle Fasern der Nervenwurzeln nach dem Gehirn heraufgingen, vielmehr an den Stellen, wo grosse Nerven entspringen, locale Vermehrung der Nervenmasse zeige, die sich nicht bloss auf die graue Substanz, sondern in gleichem Maasse auf die weisse erstrecke. Dass dem so ist, beweist *V.* durch Messungen von vier Markdurchschnitten des Pferdes

und durch eine Vergleichung des Durchmessers des Halsmarkes von *Crotalus horridus*, mit dem aller Nervenwurzeln desselben Thieres, der sich als 11mal den ersteren übertreffend ergibt; ausserdem stützt er seine Ansicht noch dadurch, dass 1) die Anschwellungen des Markes ganz nach der Grösse der Extremitätennerven sich richten, bald fehlen und bald enorm entwickelt sind, 2) das Mark an den Abgangsstellen der stärksten Nerven, statt sich plötzlich zu verdünnen, am meisten anschwelle und 3) der Ursprung des Accessorius nun sein Auffallendes verliere. Untersucht man nun beim Menschen mit Rücksicht auf diese Verhältnisse das Mark, so zeigt sich in fast Allem gerade das Entgegengesetzte von dem, was *Volkmann* bei Thieren sah. Erstens nimmt hier die weisse Substanz von unten nach oben beständig an Dicke zu und beruhen die Anschwellungen vor Allem auf einer Vermehrung der grauen Substanz. Dass dem wirklich so ist, ergibt schon der Augenschein, wenn man Schnitte, wie sie in Fig. 145 nach der Natur abgebildet sind, miteinander vergleicht und lässt sich auch durch Zahlen belegen (siehe meine *Mikr. Anat. II.* 1, *St.* 431).

Fig. 145.



Dies festgesetzt, so ist das Verhältniss der weissen Substanz am oberen Halstheile zu den peripherischen Nerven zu bestimmen. Ich habe zu dem Ende die *Volkmann*'schen Messungen beim Menschen angestellt und an einer männlichen und weiblichen Leiche alle Rückenmarkswurzeln der linken Seite bestimmt, aus den gefundenen Durchmessern die Durchschnittsflächen aller Nerven in □''' bestimmt und mit denselben die möglichst genau gemessene Durchschnittsfläche der weissen Substanz des Rückenmarks in der Höhe der zweiten Halsnerven verglichen.

Hierbei ergab sich nun zwar freilich eine sehr bedeutende Differenz zu Ungunsten des Markes, brachte man aber die sehr bedeutende Verschmälerung der Nervenröhren der Wurzeln bei ihrem Eintritte und weiteren Verlaufe im Mark auch noch in Rechnung, was *Volkmann* nicht gethan hatte, so änderte sich die Sachlage ganz und ergab sich, dass das Mark beim Manne mehr als genug Fasern enthält, um die peripherischen zu decken und beim Weibe wenigstens nahezu genug, namentlich wenn man noch berücksichtigt, dass in der ganzen Berechnung die Zahlen eher zu Gunsten der Nervenwurzeln angesetzt wurden (siehe die Zahlenbelege in meiner *Mikr. Anat. II.* 1, §. 116).

Es kann nach dem kaum zweifelhaft erscheinen, dass die Annahme einer Endigung der peripherischen Nerven im Marke von der Seite solcher Messungen, wie ich sie nach *Volkmann's* Vorgange angestellt habe, keine Stütze findet, und dass dieselben, auch wenn man dem Unsichern, was solchen Untersuchungen immer anklebt, gehörig Rechnung trägt, gerade umgekehrt wenigstens die Möglichkeit darthun, dass die Rückenmarksnerven zum Gehirn emporsteigen. Mehr leisten dieselben jedoch durchaus nicht und es wird von andern Thatsachen abhängen, ob man sich für einen solchen centralen Ursprung entscheiden darf oder nicht, indem es ja gedenkbar ist, dass die peripherischen Nerven doch im Marke enden und dass die longitudinalen Fasern im Marke eine ganz andere Quelle besitzen. Da begreiflicher Weise eine Verfolgung der Nervenröhren

Fig. 145. Fünf Querschnitte durch ein menschliches, in Chromsäure erhärtetes Rückenmark, um das Verhalten der grauen zur weissen Substanz zu zeigen, in natürlicher Grösse. *A.* Vom *Conus medullaris* bei $3\frac{2}{3}'''$ Durchmesser des Markes. *B.* Von der Lendenanschwellung bei $4\frac{3}{4}'''$ Breite und $4\frac{1}{2}'''$ Dicke. *C.* Vom Rückentheile des Markes bei $4\frac{1}{2}'''$ Breite und $3\frac{3}{4}'''$ Dicke. *D.* Von der Halsanschwellung bei $6\frac{2}{3}'''$ Breite und $4\frac{1}{2}'''$ Dicke. *E.* Vom oberen Halstheil in der Höhe des zweiten Nerven bei $6\frac{1}{3}'''$ Breite und $4\frac{3}{4}'''$ Dicke.

durch das ganze Mark weder jetzt, noch wahrscheinlich überhaupt jemals zu verwirklichen ist, so muss man sich nach andern Thatsachen umsehen, die möglicher Weise Aufschluss geben und solche sind in der That vorhanden. Man erinnere sich an den oben geschilderten Verlauf der Wurzeln im Marke. Wir fanden, dass dieselben, nachdem sie Alle mehr oder weniger mit der grauen Substanz in Berührung gekommen, in überwiegender Mehrzahl in ihrem Anschluss an die longitudinalen Fasern der Vorder-, Seiten- und Hinterstränge direct sich verfolgen liessen. Durch diese Thatsache, zusammen mit den Resultaten meiner Messungen, wird Manchem der Uebergang der Mehrzahl der peripherischen Nervenröhren ins Gehirn schon als bewiesen erscheinen, man muss jedoch, um nichts zu übersehen, noch erwähnen, dass die in der Marksubstanz longitudinal verlaufenden Wurzelfasern in derselben enden, oder nach ihrem Uebergang in dieselbe höher oben wieder an die graue Substanz abtreten könnten. Das Erstere ist nun freilich sehr wenig wahrscheinlich, da 1) noch Niemand Endigungen von Nervenröhren in der weissen Substanz des Markes sah und 2) etwas der Art auch sonst sehr befremdend wäre, da man noch nirgends Anfänge von Nervenröhren in der weissen Substanz kennt, und was das Letztere anlangt, so könnte ein etwaiger Wiedereintritt der Nervenwurzeln in die graue Substanz dem Blicke sich nicht entziehen; so gut als der Anschluss der Wurzelfasern an die Vorder-, Hinter- und Seitenstränge sich wirklich beobachten lässt, so müsste auch das bezeichnete Verhalten sich offenbaren und doch habe ich bei meinen ganz vorurtheilsfrei angestellten Beobachtungen nie etwas der Art gesehen. Es bleibt mithin nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die grosse Mehrzahl der peripherischen Nerven wirklich einen cerebralen Ursprung hat. Ob dieselben alle im Gehirn (wo, werden wir später sehen,) entspringen oder einem Theile nach, der meinen Untersuchungen zufolge nur gering sein könnte, auch aus dem Marke stammen, lässt sich nicht entscheiden, ebensowenig als die Frage, ob die weisse Substanz des Markes ausser den von den peripherischen Nerven abstammenden Röhren auch noch andere, etwa vom Hirn zum Marke gehende Fasern enthält.

§. 114.

Das verlängerte Mark und der *Pons Varoli* gehören zu den complicirtesten Theilen des centralen Nervensystems und enthalten weisse und graue Substanz auf sehr verschiedenartige Weise durcheinander gemengt. Die weisse Substanz ist zum Theil eine Fortsetzung derjenigen des Markes, zum Theil eine neu auftretende, und verhält sich folgendermaassen. Die Vorderstränge des Rückenmarkes weichen am Anfange des verlängerten Markes auseinander und lassen die sich kreuzenden Bündel der Pyramiden hervortreten. Im weiteren Verlaufe schliessen sich dieselben mit einem kleineren Bündel den Pyramiden an und bilden den äusseren Theil derselben, während ihre Hauptmasse, die Oliven innen und aussen umfassend, daher sie auch Olivarstränge heissen, seitwärts tritt und dann in zwei Bündel getheilt über der zweiten Querfaserschicht durch den *Pons* zieht. Das eine dieser Bündel ist die Schleife, *Laqueus*, die über die *Cr. cerebelli ad cerebrum* herüber sich legend in die hintern Vierhügel eingeht und innerhalb derselben mit dem entsprechenden Bündel der andern Seite zusammenstösst. Das zweite Bündel liegt nach aussen und unten von den oberen Schenkeln des *Cerebellum* und geht in die Haube *(Tegmentum)* der Hirnstiele ein. Ausserdem geben die Olivarstränge, resp. Vorderstränge des Markes, auch noch, wie es scheint, Fasern an den *Pedunculus cerebelli* ab. Die Seiten-

stränge des Rückenmarkes trennen sich am verlängerten Mark in drei Bündel. Das eine derselben geht in ziemlich gerader Richtung aufwärts in den *Fasciculus lateralis* des *Corpus restiforme* über und mit diesem grösstentheils in den Stiel des kleinen Gehirnes, einem kleinen Theile nach in die Haube ein; ein zweiter Theil dringt zwischen den auseinanderweichenden Vordersträngen nach vorn, kreuzt sich mit zwei bis drei Bündeln mit dem der andern Seite *(Decussatio pyramidum)* und bildet die Hauptmasse der Pyramiden; ein dritter endlich kommt zwischen den Hintersträngen durch am Boden der Rautengrube als *Eminentia teres* zum Vorschein. Diese letzteren setzen sich am Boden der Rautengrube nebeneinander liegend in die Haube der Hirnstiele fort, während die Pyramiden zwischen der ersten und zweiten Querfaserschicht der Brücke durchtretend in die Basis der Hirnstiele übertreten. Die Hinterstränge des Markes endlich bilden vorzüglich die *Fasciculi graciles* und *cuneati*, von denen die letzteren einem guten Theile nach in die *Pedunculi cerebelli* treten, mit dem Rest und den *Fasc. graciles*, nach aussen von den *Emin. teretes* gelegen, in die Decke der Hirnstiele sich verfolgen lassen. Alle diese Bündel bestehen, abgesehen von der grauen Substanz, aus parallel verlaufenden Nervenröhren von denselben Dimensionen wie die des Markes, nämlich von 0,001—0,004''', selten mehr.

Ausser dieser weissen Substanz zeigt der *Pons* und die *Med. oblongata*, abgesehen von den Nervenwurzeln, noch ein System von meist horizontalen Fasern. Dasselbe besteht 1) aus den bekannten queren und

Fig. 146.

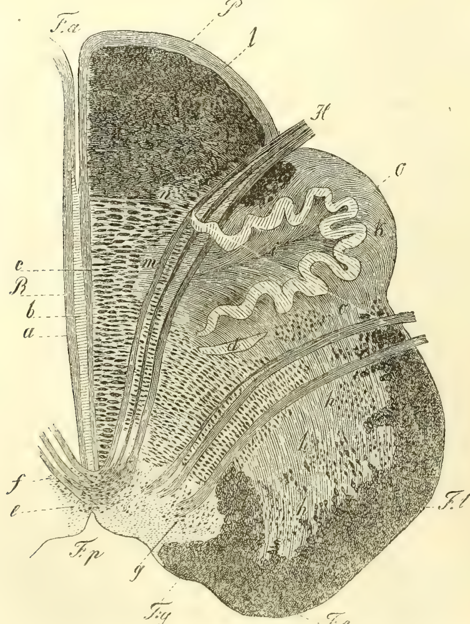


Fig. 146. Querschnitt durch das verlängerte Mark des Menschen, 15mal vergr. *P*. Pyramide. *O*. Olive. *F.l.* Seitenstrang. *F.c.* Keilstrang. *F.g.* Zarter Strang. *H. Hypoglossus-*, *V*. Vaguswurzeln. *F.a. Fissura anterior*. *F.p. Fiss. posterior* am Boden d. Rautengrube. *R*. Raphe. *a*. Längsfasern der Raphe. *b*. Mittlere graue Lage mit Querfasern. *c*. Ausstrahlung dieser Fasern in den Olivarstrang und die Olive. *d*. Olivennebenkern. *e*. Hypoglossuskern. *f*. Kreuzung des *Hypoglossus*. *g*. Vaguskern. *hhh*. Grössere Nervenzellen im strangförmigen Körper. *i*. Markmasse im Innern der Olive, zu den inneren queren Fasern gehörend. *k*. *Fibrae arciformes* aussen an der Olive. *l*. *Fibrae transversae* aussen an der Pyramide. *m.n.o.* Graue Kerne in den Pyramiden und Olivarsträngen.

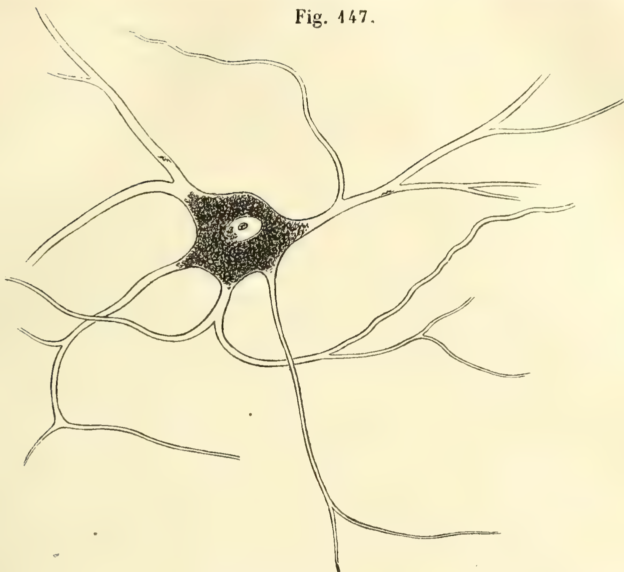
bogenförmig verlaufenden Fasern aussen an den Pyramiden und Oliven, 2) aus geraden Fasern, die von vorn nach hinten mitten durch das verlängerte Mark ziehen und die sogenannte Naht, Raphe *(Stilling)*, bilden helfen, 3) endlich aus sehr vielen horizontal von dieser Raphe in die Seitenhälfte der *Medulla* ausgehenden Röhren mit mehr oder weniger gebogenem Verlauf. Diese letzteren, *Fibrae transversales internae*, beginnen hinter den Pyramiden und dringen, die vorderen als eine mächtige, durch platte kleine Bündel des Pyramiden- und Olivarstranges sehr zierlich unterbrochene Masse, von innen her in das *Corpus dentatum olivae* hinein und bilden für sich allein dessen weisse Substanz; dann setzen sie pinselförmig sich ausbreitend durch dessen graue Rinde hindurch und wenden sich schliesslich alle rückwärts gegen den *Fasciculus cuneatus* und *lateralis* hin. Hierbei beschreiben die Fasern grössere oder kleinere Bogen. Das letztere ist der Fall bei den aus dem hinteren Theil des Olivenkernes heraustretenden Röhren, die durch den Olivennebenkern *(Stilling)* und nach aussen von demselben befindliche grosszellige graue Substanz hindurch fast gerade rückwärts und nach aussen gehen, ersteres findet sich bei den vorderen Fasern, die zuerst zwischen den Pyramiden und dem Olivenkern hindurch nach vorn, und dann erst in einem starken Bogen oberflächlich um den letzteren herum rückwärts in die Seitenbündel ausstrahlen. Eine zweite Abtheilung der *Fibrae transversales internae* geht hinter den Olivenkernen und ohne Verbindung mit denselben einfach von der Raphe aus durch den hinteren Theil der Olivarstränge und die *Eminentiae teretes* nach aussen und hinten ebenfalls in die strangförmigen Körper ein. — Alle diese Fasern gehören die meisten offenbar zusammen und scheinen mir von den strangförmigen Körpern und den *Pedunculi cerebelli* aus in die vorderen Abschnitte der *Medulla oblongata* überzugehen, sind jedoch mit Bezug auf ihre feineren Verhältnisse, in Betreff derer *Stilling* und meine *Mikr. Anat.* nachzusehen sind, noch wenig bekannt.

Die graue Substanz findet sich am verlängerten Marke besonders an drei Stellen in grösserer Menge angesammelt, nämlich in den Oliven, den strangförmigen Körpern und am Boden der Rautengrube. 1) Die graue Substanz der Oliven bildet ein in bekannter Weise gefaltetes Blatt, so dass eine mit Ausnahme der innern Seite ganz geschlossene Kapsel entsteht, die, wenn sie auch die Stelle der vordern Hörner des Rückenmarks einnimmt, doch mit denselben, obschon sie nahe an ihr unteres Ende herangehen, in keiner directen Verbindung steht, auch sonst von aller übrigen grauen Substanz isolirt zu sein scheint. In derselben finden sich, ausser den sehr zahlreichen, meist gerade hindurchsetzenden Nervenfasern des queren Fasersystemes, sehr viele kleinere Nervenzellen von 0,008—0,012‴ Durchmesser und rundlicher Gestalt, mit 3 bis 5 verästelten Fortsätzen und gelblichen, die Farbe der Oliven bedingenden Körnchen als Inhalt. Von einem Zusammenhange dieser Zellen und der sie durchsetzenden Fasern hat mir auch die aufmerksamste Beobachtung nichts ergeben. — In der Höhe der zwei oberen Drittheile der Oliven

liegt hinter denselben und ganz isolirt von ihnen der von *Stilling* sogenannte Olivennebenkern als ein platter, gelblicher Streif von genau derselben Bildung wie die graue Substanz der Olive und ebenfalls von horizontalen Nervenfasern und zwar solchen, die grösstentheils schon durch die Olive hindurchgegangen sind, durchsetzt. 2) In den strangförmigen Körpern tritt die graue Substanz *(Corpus s. Nucleus cinereus)* als eine nicht scharf abgegrenzte und mit sehr vielen Nervenfasern untermischte längliche Masse auf, die besonders den *Fasciculus lateralis* einnimmt, aber auch in die Keil- und zarten Stränge sich fortsetzt. Dieselbe kann als Fortsetzung der hintern Hörner des Markes bezeichnet werden, und zeigt selbst noch, wie *Stilling* richtig angibt, eine Andeutung von der gelatinösen Substanz derselben, von der hier noch bemerkt werden kann, dass sie in den obersten Theilen des Markes bis zum Anfang der Pyramidenkreuzung ganz auffallend entwickelt ist und eine ganz seitliche Lage hat. Die Elemente der grauen Substanz der strangförmigen Körper sind ausser vielen feineren Fasern, die besonders in die horizontalen inneren Fasersysteme überzugehen scheinen, viele eher blasse, zum Theil bräunliche Nervenzellen mit Fortsätzen, mit ziemlich regelloser Lagerung und die meisten von derselben Grösse wie die der Oliven. 3) Die graue Substanz am Boden der Rautengrube ist die Fortsetzung des grauen Kernes des Rückenmarkes und bildet eine ziemlich mächtige, vom *Calamus scriptorius* bis zum *Aquaeductus Sylvii* sich erstreckende Lage. Dieselbe enthält durchweg viele Nervenröhren, zum Theil von sehr bedeutendem Durchmesser bis zu 0,006‴ selbst 0,008‴, zum Theil feinerer und feinster Art, ausserdem nichts als Nervenzellen mit Fortsätzen von allen Dimensionen, von 0,006‴ bis zu 0,03‴ und mehr. Die grössten derselben besitzt die *Ala cinerea* am hinteren Ende der Rautengrube und die *Subst. ferruginea s. Locus coeruleus* (Fig. 147), an welch letzterem Orte dieselben auch ausgezeichnete Pigmentirungen und die zahlreichsten, zierlich verästelten Ausläufer besitzen. Die kleinen mehrkernigen Zellen, wie sie in dem grauen Kern im Marke als ein compactes Gebilde vorkommen, fehlen hier ganz, indem dieselben nicht über die *Decussatio pyramidum* hinausgehen. — Ausser diesen drei Massen grauer Substanz, welche sich zum Theil auf die der *Medulla spinalis* zurückführen lassen, zeigen sich in dem verlängerten Marke noch einige kleine Nester, so in den Pyramiden gegen die Oliven zu und in den Olivarsträngen nach aussen von dem Olivennebenkern, in welchen allen, wie schon *Stilling* angibt, zum Theil auch grössere Zellen, am letzten Orte bis zu 0,025‴, alle mit Fortsätzen, und feinere Nervenröhren zu sehen sind.

Ein Theil der eben beschriebenen grauen Substanz, nämlich die der vorderen Hälfte der Rautengrube, gehört eigentlich schon dem *Pons Varoli* an. Derselbe enthält ausserdem auch noch in seinem Innern über der oberflächlichen Querfaserlage, sowohl in der Mitte als auch mehr seitlich, viele Anhäufungen von grauer Masse mit kleineren und grösseren

Fig. 147.



(bis zu 0,02''' und mehr) Nervenzellen, alle mit Fortsätzen, welche so unregelmässig zwischen Längs- und Querfasern eingebettet sind, dass sie keiner detaillirteren Beschreibung bedürfen, und einerseits mit den grauen Kernen der *Medulla oblongata* andrerseits mit der *Substantia nigra* der Hirnstiele zusammenhängen.

Eine sehr schwierige Frage ist die nach dem Verhalten der 10 Nervenpaare, die von dem verlängerten Mark, dem *Pons* und den Hirnstielen herkommen. Nur wenige Forscher haben dieselbe mit andern Hülfsmitteln als den gewöhnlichen, d. h. dem Verfolgen der Fasern mit dem Messer, welches hier durchaus nicht ausreicht, zu lösen gesucht, nämlich *E. Weber* (Art.: *Muskelbewegung in W. Handwb. d. Phys.* III. 2. pg. 20—22) an mit kohlensaurem Kali erhärteten Präparaten und *Stilling* durch mikroskopische Verfolgung von Schnitten in Alcohol erhärteter Theile. Meine eigenen an Chromsäurepräparaten, die grösstentheils durch Natron durchsichtig gemacht wurden, erhaltenen Resultate, stimmen fast in Allem mit denen von *Stilling* überein, welche auf jeden Fall unter den vorliegenden Beobachtungen die am weitesten in die Sache eindringenden sind. Die genannten Nerven entspringen ohne Ausnahme nicht von den Strängen oder Fasermassen, aus denen sie herauskommen, sondern dringen Alle mehr oder minder tief in die Centraltheile hinein und setzen sich hier wahrscheinlich Alle, zum Theil erst nachdem sie sich gekreuzt haben wie die *Trochleares*, mit bestimmten Partieen von grauer Substanz in Verbindung, welche *Stilling* nicht unpassend Nerven-

Fig. 147. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, vom Menschen, 350 mal vergr.

kerne (Accessoriuskern z. B.) nennt. Namentlich ist es der Boden der Rautengrube und der Sylvischen Wasserleitung, der in dieser Beziehung eine grosse Rolle spielt, indem alle die genannten Nerven wenigstens theilweise zu demselben sich erstrecken. Das Genauere über diese Verhältnisse ist bei *Stilling* und in meiner *Mikr. Anat.* II. 1. St. 458—462 nachzusehen.

Wenn man auch über *Stilling* und *Wallach's* Arbeit über das Rückenmark sich nicht günstig äussern kann, so bin ich doch weit entfernt, wie es eine Zeit lang Mode werden zu wollen schien, auf *Stilling's* anatomische Schriften überhaupt herabzusehen. Vielmehr bin ich der Ansicht, mit der auch *R. Wagner* übereinstimmt, dass wir diesem Forscher für seine Arbeiten über die *Medulla oblongata* und den *Pons Varoli* sehr zu Danke verpflichtet sind, denn wenn auch in diesen Werken einiges nicht zu Vertheidigende sich findet, und dieselben immer noch nicht genug auf die Elementartheile Rücksicht nehmen, so ist doch nicht zu leugnen, dass sie eine Masse wichtiger Thatsachen enthalten. Ich habe, wenn auch nicht alle, doch die wichtigsten Angaben *Stilling's* selbst geprüpft und dieselben fast alle vollkommen bestätigt gefunden und ergreife daher gerne diese Gelegenheit, *Stilling* als den zu nennen, dem wir die erste genauere Untersuchung des Faserverlaufes in den Centralorganen verdanken. Immerhin muss ich auch hier bemerken, 1) dass bei ferneren Forschungen der Art die Chromsäure oder das chromsaure Kali dem Alcohol vorzuziehen ist, namentlich auch, wenn man sich mit Vorsicht der caustischen Alkalien (Natron) bedient, um den Verlauf der Nervenröhren in der durchsichtig werdenden grauen Substanz zu verfolgen und 2) dass neben schwächeren auch die stärksten Vergrösserungen anzuwenden und die Elementartheile auch sonst in ihrem Verhalten genau zu prüfen sind.

Die Frage nach dem Ursprunge der Nerven ergibt sich auch beim verlängerten Marke als eine der schwierigsten. Bisher waren die Meisten zufrieden, wenn sie die Nervenwurzeln bis zu diesem oder jenem Strang verfolgt hatten, allein dies reicht nicht aus. Die Nerven senken sich Alle wenigstens einmal, selbst mehrere Male in graue Substanz ein und hier und nirgends anders sind ihre Anfänge zu suchen. Nun sind freilich durch *Stilling's* grosse Bemühungen, die ich so zu sagen vollständig bestätigen kann, alle 10 hier abgehandelten Nervenpaare in ihren Wurzeln bis zu ganz bestimmten Punkten grauer Substanz verfolgt, allein nun kommt erst die weitere Frage: beginnen dieselben hier oder gehen sie noch weiter? Da wirkliche Ursprünge im Gehirn noch von Niemand mit Bestimmtheit gesehen wurden, so bleiben nur die Analogie und Gründe der Physiologie. Was erstere anlangt, so sehen wir bei allen Rückenmarksnerven, dass dieselben erst quer bis zur grauen Substanz dringen und dann, dieselbe nur durchsetzend, an die weissen Stränge sich anschliessen und können daher vermuthen, dass auch die im Allgemeinen ihnen so ähnlichen Kopfnerven ähnlich sich verhalten, um so mehr, da diese ebenfalls anfangs quer ins Innere des Markes dringen und die graue Substanz, mit der sie in Berührung kommen, derjenigen des Markes entspricht. Hierzu kommt noch, dass, wenn wir die 10 letzten Kopfnerven in der grauen Substanz enden lassen, zu der wir sie mit Leichtigkeit verfolgen, die gekreuzte Einwirkung der höheren Theile auf dieselben, wie sie doch pathologischen Thatsachen zufolge festzustehen scheint, bei keinem derselben, mit Ausnahme des *Trochlearis*, der, bevor er seine graue Substanz erreicht hat, sich kreuzt, sich erklären liesse. Beim *Accessorius* und *Hypoglossus* ist es nun wirklich möglich zu sehen, dass die Fasern aus der grauen Substanz, zu der sie zuerst gelangen, heraustreten und nachher sich kreuzen, und Aehnliches wird beim *Oculomotorius* mindestens wahrscheinlich, so dass ich glauben möchte, dass alle hier in Frage stehenden Nerven eine Kreuzung erleiden und nicht in den sogenannten Kernen *Stilling's* enden. Weitere Untersuchungen haben zu lehren, ob dieselbe am Boden der Rautengrube sich findet, wie es den Anschein

hat, ob sie alle Fasern dieser Nerven betrifft und wo die Fasern nach der Kreuzung hingehen. In Bezug auf letzteres könnte man nach Analogie der Rückenmarksnerven vermuthen, dass die wahren Anfänge der Kopfnerven vielleicht gar nicht in der *Medulla,* sondern im Streifen- und Sehhügel sich finden. Von dem Theile der *Portio major N. trigemini,* der in den strangförmigen Körper sich fortsetzt, kann noch im Speciellen bemerkt werden, dass derselbe sicherlich nicht aus demselben entspringt, sondern irgendwo nach oben umbiegt, wie es auch die Fasern des Accessorius thun.

Wenn ich es auch demzufolge nicht gerade für wahrscheinlich halte, dass die sensiblen und motorischen Gehirnnerven in der *Medulla oblongata* und dem *Pons* entspringen, so ist hiermit keineswegs gesagt, dass diese Theile nicht als Centralorgane auf ihre und die tieferstehenden Nerven einwirken können. Wenn die *Med. oblongata* den Athembewegungen vorsteht, wenn dieselbe und der *Pons* vielfache Reflexbewegungen vermitteln, so kann dies geschehen, ohne dass alle in Thätigkeit versetzten Nerven hier enden, einfach dadurch, dass die so zahlreiche graue Substanz auf die sie durchsetzenden Nerven einwirkt, gerade wie dies auch beim Marke angenommen werden muss.

§. 115.

Das kleine Gehirn, *Cerebellum,* zeigt in Bezug auf die Vertheilung der Elementartheile ziemlich einfache Verhältnisse, indem graue Substanz nur an der Oberfläche der Windungen, im *Nucleus dentatus* und an der Decke des *Ventriculus quartus* sich findet, alles übrige aus weisser Substanz besteht. Die letztere besteht einzig und allein aus parallel verlaufenden, wahrscheinlich unverästelten, dunkelrandigen Nervenröhren, welche alle Charaktere centraler Röhren (Zartheit, leichtes Varicöswerden, leichte Isolirbarkeit des Axencylinders u. s. w.) besitzen, an fast allen Orten, soviel sich ermitteln lässt, sich wesentlich gleich verhalten und einen Durchmesser von 0,0012—0,004‴ in den Extremen, von 0,002‴ im Mittel darbieten. Die graue Substanz zeigt sich erstens ganz spärlich an der Decke des *Ventriculus quartus* über dem *Velum medullare inferius* in Gestalt 0,02—0,03‴ grosser, in die weisse Substanz eingestreuter und von einem scharfen Auge ohne weiteres zu erkennender, brauner Nervenzellen (*Substantia ferruginea superior*) und 2) im *Nucleus dentatus,* dessen grauröthliche Lamelle eine bedeutende Zahl von gelblich pigmentirten Nervenzellen von mittlerer Grösse (0,008—0,016‴), und zwei bis fünf Fortsätzen enthält, die mit vielen zwischen ihnen durchtretenden, aus dem weissen Kern des *Nucleus dentatus* in die Markmasse der Hemisphäre übergehenden Nervenfasern in keiner directen Verbindung stehen.

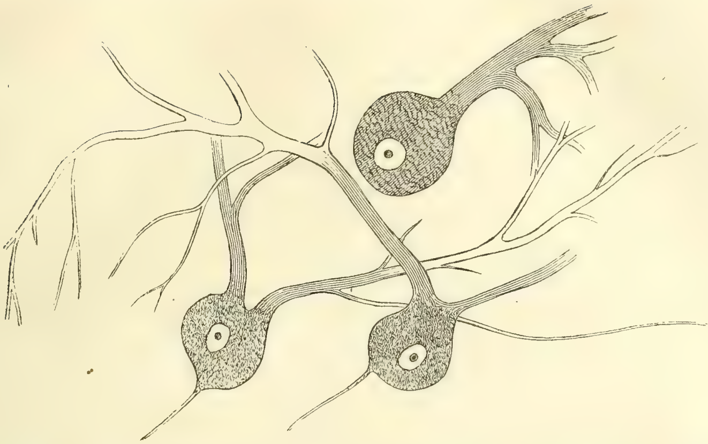
Verwickelter sind die Verhältnisse der grauen Substanz an der Oberfläche der Windungen des kleinen Hirns (siehe meine *Mikr. Anat.* Taf. IV. Fig. 4). Dieselbe besteht bekanntlich überall aus einer inneren rostfarbenen und einer äusseren grauen Schicht, welche, mit Ausnahme der Furchen, in denen die innere Schicht meist stärker ist, so ziemlich dieselbe, jedoch nicht überall gleiche Mächtigkeit besitzen.

Die innere rostfarbene Schicht enthält Nervenfasern und grossen Massen freier Kerne. Die ersteren stammen ohne Ausnahme aus der

weissen Substanz und treten im Allgemeinen einander parallel, jedoch in jeder Windung auf dem Querschnitte leicht pinselförmig sich ausbreitend, geraden Weges von innen her in die rostfarbene Schicht ein. In dieser verlaufen sie ebenfalls noch von innen nach aussen bis zur grauen Schicht, lösen sich jedoch in viele, meist feine Bündel auf, die vielfach mit einander sich verflechten, so dass die ganze rostfarbene Schicht von einem dichten, aber zarten Maschenwerk von Nervenfasern durchzogen wird, das an die Endplexus in peripherischen Theilen, z. B. im Acusticus, in den Haarbälgen der Tasthaare u. s. w. erinnert. In den Maschenräumen dieser Nervenfasern liegen in ungeheurer Menge dunkle, runde Körperchen von 0,002—0,004''', im Mittel 0,003''' Grösse, welche nichts anderes als freie Zellenkerne sind, auch sehr häufig einen deutlichen Nucleolus und nicht selten noch andere Körnchen zeigen.

Indem die Nervenfasern der weissen Substanz durch die rostfarbene Schicht hindurchziehen, verdünnen sie sich nach und nach, die meisten bis zu einem Durchmesser von 0,0012''', und treten dann so verfeinert in die äussere, graue Schicht der Rinde ein. Diese besteht, obschon dem äusseren Ansehen nach überall ganz gleich, aus zwei, jedoch nicht scharf abgegrenzten Lagen, von denen die innere Nervenfasern und sehr ausgezeichnete grosse Nervenzellen enthält, die äussere dagegen nur eine feinkörnige, blasse, leichtgelbliche Substanz, die überhaupt durch diese ganze graue Schicht verbreitet ist und kleine Nervenzellen führt. Die körnige Substanz stimmt chemisch, morphologisch und physikalisch ganz mit dem oben schon beschriebenen Inhalte der Nervenzellen überein, ist zähe, elastisch, in Essigsäure dunkler, in Natron heller werdend und in letzterem grösstentheils sich lösend, und erscheint am reinsten in der äusseren Hälfte der grauen Schicht, namentlich zunächst an der *Pia mater*. Die kleinen Nervenzellen sind im Ganzen genommen sehr spärlich und undeutlich. Sie finden sich durch die ganze graue Schicht vereinzelt von 0,004—0,008''' Grösse, häufiger gegen die rostfarbene Schicht zu als weiter aussen und zeigen bei gelungener Präparation, namentlich an Chromsäurepräparaten meist mehrere zarte Fortsätze, die sich jedoch nie weit verfolgen lassen und häufig dicht an den Zellen abgerissen sind. Ausserdem kommen mit diesen Zellen ebenfalls noch hie und da, im Ganzen spärlich, Kerne von 0,002—0,0048''' vor, die allem Anscheine nach ganz frei sind, indem sie auch bei der vorsichtigsten Präparation sich finden. — Ganz verschieden von diesen kleineren Elementen und sehr eigenthümlich sind die grossen, von *Purkyně* entdeckten Zellen der grauen Schicht (Fig. 148). Dieselben, von 0,016—0,03''' Grösse und runder birn- oder eiförmiger Gestalt mit feinkörnigem ungefärbtem Inhalt, finden sich nur in den innersten Theilen der grauen Schicht an der Grenze der rostfarbenen Lage, nicht selten, wenigstens einzelne von ihnen, noch theilweise in die Kerne derselben eingebettet in einfacher oder mehrfacher Lage und haben 2—3 selten 1—4 lange und vielfach verästelte, namentlich gegen die äussere Oberfläche der Windungen hingerichtete Fortsätze,

Fig. 148.



die fast ohne Ausnahme, wenigstens die stärkeren, von den der rostfarbenen Schicht abgewendeten Seiten der Zellen ausgehen. Am Ursprunge sind dieselben selbst 0,007 ja 0,008''' dick, und äussert feinkörnig oder sehr zartstreifig; im weiteren Verlaufe werden sie mehr homogen und verästeln sich zugleich aufs mannigfachste und zierlichste, so dass schliesslich aus jedem Fortsatze ein grosser Büschel ganz feiner Fäserchen, von einem Durchmesser von kaum 0,0002''' die feinsten, entsteht. Hierbei dringen sie einem Theile nach mehr horizontal in die graue Schicht hinein, die meisten ziehen jedoch gerade nach aussen und scheinen sich bis nahe an die äussere Oberfläche der grauen Schicht zu erstrecken. Dass sie sehr weit reichen, ist sicher, denn ich habe an Chromsäurepräparaten deren von 0,15—0,2''' isolirt, die noch nicht die feinsten Durchmesser besassen und an gut gelungenen senkrechten Schnitten durch die Rinde der Windungen sieht man ihre Hauptäste als parallele, leicht wellig verlaufende Fasern, eine unweit von der andern, über mehr als ⅔, selbst ¾ der grauen Schicht sich erstrecken und ein eigenthümliches streifiges Ansehen derselben bewirken. Indem die Hauptverlängerungen der Fortsätze in genannter Weise die graue Schicht durchziehen, geben sie unter spitzen oder rechten Winkeln ihre Aeste ab, durch welche dann nicht selten eine mit der erwähnten Streifung unter einem grösseren oder kleineren Winkel sich kreuzende zweite entsteht.

In dem innersten Theile der grauen Schicht, zwischen den grossen Zellen, finden sich nun auch noch Nervenfasern, die jedoch wegen ihrer Zartheit und leichten Zerstörbarkeit sehr schwer zu verfolgen sind. Dieselben kommen aus der rostfarbenen Schicht und verbreiten sich unter fortgesetzter Plexusbildung in dem inneren Drittheil der grauen Lage zwischen den grossen Zellen und ihren Fortsätzen; wie dieselben enden, habe

Fig, 148. Grosse Zellen der grauen Schicht der Rinde des kleinen Hirnes des Menschen, 350 mal vergr.

ich nicht gesehen. Alles was ich beobachtete, ist 1) dass dieselben immer feiner und blasser werden, indem sie von ihrer anfänglichen Dicke von 0,0012''' schliesslich bis zu der von 0,0006''' und 0,0004''' heruntergehen und ihre dunklen Contouren mit immer blasseren vertauschen, 2) dass sie bestimmt keine Endschlingen bilden, wie sie *Valentin* und *Hyrtl*, die vielleicht feine Plexus für solche nahmen, gesehen zu haben glauben, sondern schliesslich einzeln und mehr gerade verlaufend und fast so blass wie Fortsätze von Nervenzellen an der Grenze des inneren Drittheiles der grauen Schicht gegen das mittlere sich verlieren.

Die *Crura cerebelli* bestehen alle aus nichts als aus parallel verlaufenden Nervenröhren ohne Beimengung von grauer Substanz, entsprechend denen der Markmasse des kleinen Gehirnes selbst, als deren Fortsetzung dieselben zu betrachten sind.

§. 116.

Ganglien des grossen Gehirns. Die drei Ganglienpaare des grossen Hirnes, Vierhügel, Sehhügel und Streifenhügel bestehen Alle aus mächtigen Ansammlungen von grauer Substanz und aus Nervenfasern, von denen die ersteren zum Theil ganz isolirt für sich dastehen (*Corpus striatum*), zum Theil unter sich und mit tieferliegenden grauen Partieen zusammenhängen (*Thalami optici*, *Corpora quadrigemina*), die letzteren die Ganglien einerseits mit dem kleinen Gehirn und verlängerten Mark, andrerseits mit den Hemisphären des grossen Hirnes verbinden.

Der Streifenhügel enthält zwei grosse graue Kerne, den *Nucleus caudatus* vorn und oben und den *N. lenticularis* unten und hinten, welche jedoch vorn mit einander zusammenhängen und Eine Masse bilden, ausserdem den dünnen *N. taeniaeformis* mit der *Amygdala* aussen am Linsenkern, und steht vorzüglich mit der Basis der Hirnstiele oder der Fortsetzung der Pyramiden in Verbindung, die mit vielen weissen Bündeln in ihn einstrahlt. Die graue Substanz zeigt, wie fast überall, Nervenzellen und feine Nervenfasern. Die ersteren von 0,006—0,018''' Grösse, sind zum Theil farblos, zum Theil wie besonders im *N. caudatus* und 3. Gliede des *N. lenticularis* pigmentirt, haben 2—5 Fortsätze und finden sich in um so grösserer Menge, je dunkler die graue Substanz ist.

Die Nervenfasern lassen sich dem grössten Theile nach auf die der Basis der Hirnstiele zurückführen. Dieselben, dunkelrandige Röhren von 0,0012—0,005''', die meisten von 0,002—0,004''' Grösse, dringen in geradem Verlauf und alle parallel nebeneinanderliegend in das erste Glied des Linsenkernes und den vordersten dicksten Theil des geschwänzten Kernes ein. Verfolgt man dieselben im Linsenkern weiter, so sieht man, wie sie in grösseren und kleineren Bündeln und an Stärke etwas abnehmend (die meisten von 0,0012—0,003'''), geraden Weges durch die mehr spärliche graue Substanz der zwei ersten Abschnitte desselben hindurchziehen, um zuletzt in dem äussersten grössten Abschnitte pinselförmig auszustrahlen und sich zu verlieren. In diesen treten nämlich aus dem

zweiten Gliede weisse Bündel von 0,04—0,14''', mit Fasern von 0,0012—0,002''', eines neben dem andern ein, die leicht divergirend und in kleinere Bündel sich theilend in der Richtung gegen den äusseren Rand des Linsenkernes weiter ziehen, und, bevor sie denselben erreicht haben, für das blosse Auge verschwinden. Verfolgt man dieselben an Chromsäurepräparaten mikroskopisch, so ergibt sich, dass die Bündel bis nahe an den äussersten Theil des Linsenkernes gehen, jedoch allmälig in kleinere Bündel und in einzelne Fasern sich auflösen und aufs mannigfachste untereinander sich verflechten. Dass diese Fasern hier enden und nicht in die Markmasse der Hemisphären weiter gehen, darf als ausgemacht betrachtet werden, da von einem weiteren Fortgange derselben auch nicht das Mindeste zu beobachten ist und doch ein solcher, wenn vorhanden, dem Blicke sich nicht entziehen könnte; zweifelhaft ist dagegen auch hier das Wie. Ich kann nur so viel mittheilen, dass die Fasern der eintretenden Nervenbündel im dritten Abschnitte des Linsenkernes, wie sich an sehr vielen direct beobachten lässt, nach und nach so weit sich verdünnen, dass sie nur noch 0,0008''', 0,0006''', ja selbst blos 0,0004''' messen und fast ganz blass aussehen, so dass sie kaum mehr von den feineren Fortsätzen der Nervenzellen sich unterscheiden, mit denen sie auch in der That, wenn wenigstens nicht Alles trügt, in Wirklichkeit zusammenhängen möchten. — In eben beschriebener Weise verhalten sich auch alle in den *N. caudatus* eintretenden Fasern, von denen die einen direct von der Basis der Hirnstiele aus in denselben eingehen, die andern, in seinen dünneren Theil tretenden offenbar aus dem *Nucleus lenticularis* stammen und zuerst die zwei ersten Glieder desselben durchsetzen; auch hier findet sich kein Uebergang von solchen Fasern ins Mark der Hemisphären, sondern eine Auflösung der Bündel in Netze feinster, fast markloser Fasern und wahrscheinlicher Zusammenhang derselben mit den Zellen.

Ausser den eben beschriebenen, auf jeden Fall sehr zahlreichen Nervenfasern, welche von den Hirnstielen abstammen und im Streifenhügel enden, enthalten dessen Kerne noch eine bedeutende Zahl anderer, deren Herkunft zum Theil schwer, zum Theil gar nicht anzugeben ist. Eine Art dieser Röhren glaube ich mit Bestimmtheit herleiten zu können. Im äussersten Theile der grossen Kerne des Streifenhügels findet man auf verschiedenen Durchschnitten eine bedeutende Zahl mässig starker, jedoch von blossem Auge nicht sichtbarer Bündel, die durch ihre verhältnissmässige Dicke und die Durchmesser ihrer Röhren (von 0,0012—0,002''') von den hier ganz verfeinerten und in Netze aufgelösten Fasern der Hirnstiele sich unterscheiden. Es ergibt sich leicht, dass alle diese Bündel aus der Markmasse der Hemisphären kommen und nachdem sie, wie es scheint, an der Grenze der Streifenhügelkerne auf eine gewisse Strecke der Oberfläche parallel verlaufen sind, in dieselben eintreten. Manche dieser Fasern setzen auch einfach aus der Markmasse in die Ganglien hinein und kreuzen sich auf diesem Wege unter rechtem Winkel mit den

ersteren Fasern. Diese Fasern gehen bündelweise beisammen mehr oder weniger tief in die graue Substanz der Streifenhügel, beim *N. lenticularis* in die des dritten Gliedes hinein und enden dann, wie ich gefunden zu haben glaube, ohne sich namhaft auszubreiten, Plexus zu bilden oder sich weiter zu verschmälern, indem ihre Fasern Schlingen mit nahe beisammen liegenden Schenkeln bilden.

Wenn es verhältnissmässig noch leicht ist, den Bau des Streifenhügels wenigstens in seinen Hauptzügen aufzudecken, so verhält es sich mit dem Seh- und den Vierhügeln ganz anders, besonders weil hier die Nervenfasern weniger bündelweise, sondern mehr isolirt und aufs innigste mit grauer Substanz gemengt verlaufen und daher zum Theil durchaus nicht auf grössere Strecke sich verfolgen lassen. Leicht ist allerdings auch hier die Erforschung der grauen Substanz selbst und bieten die Elemente derselben, die Nervenzellen, nichts besonderes dar, ausser dass dieselben im Sehhügel meist intensiver gefärbt, die der Vierhügel dagegen blass sind. Die Nervenfasern anlangend, so ist allerdings ganz sicher, dass der obere Theil der Hirnstiele, d. h. die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*, die Fortsetzungen der Olivarstränge, Theile der *Corpora restiformia* und die *Eminentiae teretes* in die genannten Ganglien eingehen, jedoch hat es mir bisher nicht gelingen wollen, über deren Verlauf etwas Bestimmtes auszumitteln. Nur das glaube ich angeben zu können, dass die genannten Fasermassen, wenigstens einem grossen Theile nach, nicht in die Markmasse der Hemisphären übergehen, weil einerseits die meisten ihrer Fasern von dem anfänglichen Durchmesser von 0,0012—0,004‴ bis zu den geringsten unter 0,001‴ befindlichen herabsinken und andrerseits an der der Markmasse zugewendeten Seite der Sehhügel von einem solchen Uebergange nichts sich findet. Auszunehmen ist jedoch der oberflächliche weisse Beleg der fraglichen Ganglien, der immerhin eine Beziehung derselben zu den Hemisphären vermitteln könnte, indem die Fasern desselben von 0,001—0,003‴, selbst darüber, bündelweise gelagert und in verschiedenen Richtungen horizontal sich kreuzend, nicht in denselben zu enden scheinen. Wie diese Punkte ist auch das Verhalten des Sehnerven zum Vier- und Sehhügel, und dasjenige des *Fornix* zu dem letzteren nicht ganz klar, so dass es als sehr erfreulich erscheint, dass wenigstens eine andere Hauptfrage sich ziemlich sicher beantworten lässt. Untersucht man den äusseren Theil der Sehhügel, so findet man, dass derselbe an eine bedeutende Masse weisser Substanz anstösst, die auf den ersten Blick als Fortsetzung der Basis der Hirnstiele unten und aussen am Sehhügel, zwischen Linsenkern und geschwänztem Kern des Streifenhügels hindurch, geraden Weges in das Mark der Hemisphären eingeht. Bei näherer Besichtigung ergibt sich, dass diese weisse Substanz zum Theil, wie schon oben angegeben wurde, in den Streifenhügel, namentlich in den Linsenkern eingeht, zum Theil von aussen nach innen aus der Hemisphäre in den Sehhügel ausstrahlt. Es treten nämlich von ihr aus schon von blossem Auge sichtbare, sehr zahlreiche weisse Bündel

in der ganzen Höhe der *Thalami* in diese ein, verlaufen nach der oberen Fläche, dem oberen inneren Rande und gegen das *Pulvinar* zu und verlieren sich schliesslich gerade ebenso, wie die aus dem Hirnstiel in das *Corpus striatum* sich fortsetzenden Fasern, d. h. es lösen sich diese Bündel, die anfänglich Elemente von 0,0012—0,0025‴ führen, zuletzt in äusserst dichte Verflechtungen der allerfeinsten Fasern von 0,0004—0,0008‴ auf, deren wirkliche Endigungen nicht zu verfolgen sind.

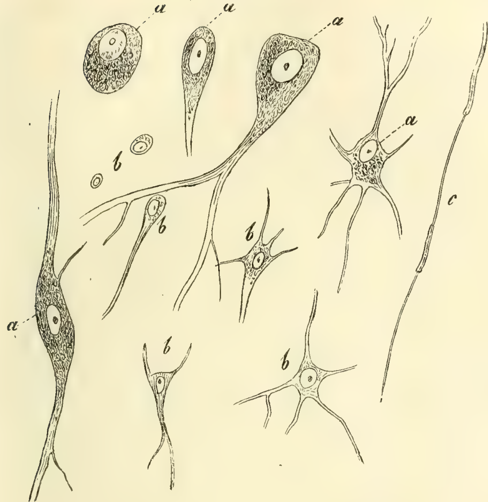
Ich berühre noch den Bau einiger mit den beschriebenen Ganglien in Zusammenhang stehenden Gebilde. Die *Substantia nigra* der Hirnstiele enthält ganz ähnliche pigmentirte Zellen, wie die *Substantia ferruginea*, nur meist etwas kleiner und mit weniger Fortsätzen, umgeben von Nervenfasern der allerfeinsten und stärkerer Art. Die *Commissura mollis* führt kleinere Zellen mit 1, 2, 3 und mehr Fortsätzen und leicht pigmentirtem Inhalt, daneben sehr viele netzförmig angeordnete, senkrecht und horizontal verlaufende feine Fasern von 0,0012—0,0016‴, mit noch feineren unter 0,001‴ und einzelnen stärkeren bis 0,004‴. Die *Glandula pinealis* enthält blasse rundliche Zellen ohne alle Fortsätze und spärliche Nervenfasern von 0,001—0,002‴, ausserdem meist viel Hirnsand (siehe §. 118). Die Stiele derselben, ihre Ausläufer nach vorn und die *Commissura posterior* führen Röhren von 0,001—0,003‴, zum Theil auch von den allerfeinsten Fasern. Der Boden des dritten Ventrikels zeigt unmittelbar unter und hinter der vorderen Commissur ganz grosse und kleinere farblose Zellen mit 1—4 zum Theil sehr starken Fortsätzen. Dieselben liegen in grosser Zahl in reichen Plexus feiner Röhren von 0,0004—0,0012‴ und finden sich, wenn auch nicht in der angegebenen Grösse, doch sonst ganz ähnlich auch im *Corpus mammillare* ebenfalls mit den zahlreichsten feinsten Fasern gemengt und noch kleiner, von 0,008—0,012‴, meist nur mit zwei Fortsäten im *Tuber cinereum*. Die *Hypophysis cerebri* enthält in ihrem vorderen röthlichen Lappen keine Nervenelemente, vielmehr nach *Ecker* (Art. »Blutgefässdrüsen« in *Wagn. Handw.*) die Elemente einer Blutgefässdrüse, d. h. ein gefässreiches Bindegewebestroma in dessen Maschen 0,030—0,090 mm grosse Blasen (Zellen?) liegen, die bald nur Kerne und eine feinkörnige Masse, bald deutliche Zellen, bei älteren Leuten auch colloidähnliche Massen enthalten. Der hintere kleinere Lappen besteht aus einer feinkörnigen Masse mit Kernen und Blutgefässen und besitzt auch feine varicöse Nervenröhren, die wie die Gefässe vom Trichter herabgelangen.

§. 117.

Hemisphären des grossen Gehirns. Die weisse Substanz der Halbkugeln des grossen Hirns besteht durchweg aus Nervenröhren von 0,0012—0,003‴, im Mittel 0,002‴ ohne irgend welche Beimengung von grauer Substanz. Diese Fasern, über deren Verlauf wir im speciellen noch äusserst wenig wissen, verlaufen nie in Netzen oder Bündeln, sondern alle einander parallel und meist auch gerade

und gehen unzweifelhaft vom Balken und den Ganglien des grossen Hirnes aus bis zur oberflächlichen grauen Substanz, wobei es unausgemacht bleiben muss, ob dieselben in ihrem Vorschreiten sich theilen oder nicht. Ausser diesen Fasern enthalten aber die Hemisphären, auch abgesehen von der *Commissura anterior,* vom Gewölbe und dem Ursprunge des Opticus, noch andere, die unter einem rechten Winkel mit denselben sich kreuzen. Ich fand dieselben einmal an der äusseren Seite der Streifenhügel, wo sie zum Theil zu den Fasern gehören, die aus den Hemisphären in den Streifenhügel eintreten und in ihm enden, vielleicht auch zum Theil zu der Ausstrahlung des Balkens in den Unterlappen, und zweitens in den oberflächlichsten Lagen der weissen Substanz, unfern der grauen Belegungsmasse, wo dieselben in nicht unbeträchtlicher Zahl und zum Theil auch schief verlaufend vorkommen und in Bezug auf ihre Herkunft sich nicht ergründen liessen. Ob ausser diesen Faserzügen noch andere und welche sich finden, muss die Zukunft lehren.

Die graue Substanz der Windungen liegt in Betreff ihres feineren Baues ziemlich offen da (siehe meine *Mikr. Anat.* Taf. IV. Fig. 2). Man unterscheidet an derselben am passendsten drei Lagen, eine äussere weisse, eine mittlere reingraue und eine innere gelblichröthliche. Die letztere, welche an Dicke den beiden andern meist gleichkommt, hat gewöhnlich an ihrer äussersten Gränze einen helleren, oft fast weissen Streifen und hie und da weiter innen eine zweite schmälere und minder weisse Lage, so dass dann vier oder selbst folgende sechs Lagen da sind: 1) gelbröthliche Lage, innerer Theil, 2) erster weisser Streifen, 3) gelbröthliche Lage, äusserer Theil, 4) zweiter weisser Streifen, 5) graue Schicht, 6) oberflächliche weisse Lage. Die graue Substanz enthält in ihrer ganzen Dicke sowohl Nervenzellen als Nervenfasern und ausserdem noch viel körnige Grundmasse, gerade wie die des kleinen Gehirns. Die Nervenzellen sind nicht leicht zu erforschen, ausser in Chromsäurepräparaten und stimmen in allen drei Lagen insofern überein, als sie weitaus die meisten 1 bis 6 Fortsätze besitzen, die vielfach sich verästeln und schliesslich in äusserst feine blasse Fäserchen von circa 0,0004''' auslaufen, weichen jedoch in Bezug auf Grösse, Menge u. s. w. in einigen Beziehungen ab. In der oberflächlichen weissen Schicht sind die Zellen spärlich, klein (von 0,004—0,008''') mit 1—2 Fortsätzen und liegen vereinzelt in viel feinkörniger Grundsubstanz. — Die mittlere oder reingraue Schicht ist am reichsten an Zellen und stehen dieselben hier gehäuft, eine nahe an der andern, ebenfalls in körniger Grundsubstanz. Ihre Grösse variirt sehr bedeutend, indem theils ganz kleine von 0,003—0,005''', oft fast nur wie Kerne sich ausnehmend, andrerseits auch viele grössere bis zu 0,016 und 0,02''' sich finden (Fig. 149). Die Gestalt derselben ist birn- oder spindelförmig, drei- oder vieleckig, auch wohl mehr rundlich, die Fortsätze sind bei weitaus den meisten Zellen zu 1—6, gewöhnlich zu 3, 4 oder 5 vorhanden und wo dies nicht der Fall ist, möchten dieselben durch die Präparation abgerissen

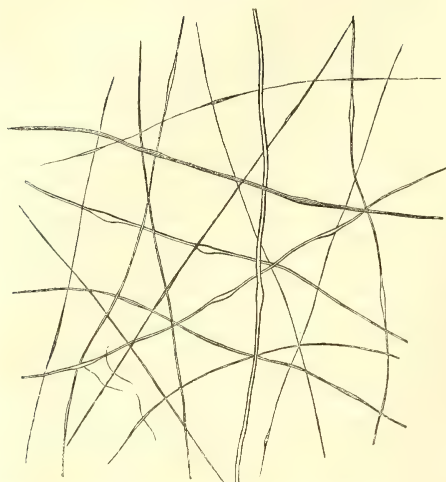


sein, da Verstümmelungen der im Ganzen sehr zarten Zellen äusserst leicht sich ereignen. In der innersten gelbröthlichen Lage endlich sind die Zellen wieder etwas spärlicher, doch immer noch recht häufig, sonst ebenso beschaffen, wie in der grauen Substanz haben einen bald blassen, bald pigmentirten Inhalt, letzteres besonders in den innern Schichten und bei alten Leuten.

Die Nervenröhren der grauen Substanz der Windungen stammen, wie leicht nachzuweisen ist, aus der Marksubstanz der Hemisphären und dringen, Bündel an Bündel, geraden Weges und alle einander parallel in die gelbröthliche Schicht ein. Hier lösen sich schon eine Menge Röhren von denselben ab und durchziehen nach allen Richtungen, besonders aber parallel der Oberfläche und somit mit den Hauptbündeln sich kreuzend, die gelbröthliche Schicht. Häufen sich diese horizontal verlaufenden Fasern stärker an, so entstehen die beschriebenen weisseren oder helleren Streifen in dieser Schicht, von denen der äussere gerade an der Stelle liegt, wo die in die graue Substanz eintretenden Bündel sich verlieren. Indem diese nämlich weiter nach aussen gehen, werden sie durch seitliche Faserabgabe und durch Verfeinerung und Auflösung ihrer Elemente immer dünner, bis sie, an der grauen Schicht angelangt, dem Blicke sich entziehen, jedoch bei genauer Vorfolgung als vielfach verflochtene allerfeinste Fäserchen von kaum noch dunklen Contouren auch in dieser sich nachweisen lassen. Nur eine gewisse, jedoch geringere Zahl von Fasern gibt, an der reingrauen Schicht angelangt, ihre Breite und dunklen Contouren nicht auf, sondern setzt in geradem oder schiefem Verlauf durch dieselbe hindurch, um in der äussern weissen Schicht horizontal weiter zu verlaufen. In dieser finden sich nämlich eine bedeutende Zahl feinerer, feinster und allerfeinster Röhren (Fig. 150) in verschiedenen Richtungen sich durchkreuzend und in mehreren Lagen übereinander, deren Hauptquelle offenbar die aus der grauröthlichen Schicht abstammenden Röhren sind, vielleicht auch, wie *Remak* annimmt, an der Hirnbasis das Knie des

Fig. 149. Aus den inneren Theilen der grauen Schicht der Windungen des Menschenhirns, 350 mal vergr. Nervenzellen, *a.* grössere, *b.* kleinere, *c.* Nervenfasern mit Axencylinder.

Fig. 150.



Balkens. Wie diese Fasern zu den Zellen in der weissen Schicht sich verhalten, ist zweifelhaft, so viel ist jedoch sicher, dass manche derselben in die grauröthliche Substanz, von der sie herkommen, wieder zurückbiegen, mit anderen Worten, Schlingen bilden, die *Valentin* zuerst beschrieben und ich an mit Natron behandelten Chromsäurepräparaten sehr häufig und bestimmt gesehen habe. Ebenso sah ich auch in der grauröthlichen Substanz einzelne Schlingen mit nahe beisammenliegenden Schenkeln und ebenfalls der Oberfläche des Gehirns zugewendeter Convexität derselben. — Die Bündel der grauröthlichen Substanz enthalten anfangs Röhren von 0,0012—0,003''', die sich aber schliesslich fast alle zu 0,001''' verschmälern und in der grauen Substanz den geringsten Durchmesser der Nervenröhren von 0,0004 — 0,0008''' annehmen. Die innerhalb der grauröthlichen Schicht von diesen Bündeln abgehenden Fasern sind zum Theil von derselben Stärke wie in den Bündeln, so namentlich die des stärkeren weissen Streifens, zum Theil feiner. Stärker bis zu 0,003''' sind auch in der Regel die aus den Bündeln in die oberflächliche weisse Substanz übergehenden Fasern, von denen viele Schlingen bilden, doch finden sich neben diesen auch von den feinsten Fäserchen von 0,0004''' in dieser Schicht. — Einen Zusammenhang der Nervenzellen und Nervenröhren fand ich auch in der Rinde des grossen Hirnes trotz alles Suchens nicht, doch wurde mir das Vorkommen eines solchen nirgends so wahrscheinlich wie hier, wo die Nervenfasern besonders in der reingrauen Schicht fast täuschend das Ansehen der Fortsätze der Zellen annehmen und auf jeden Fall enden. Es gibt hier eine Unmasse von Nervenröhren, die so fein und blass sind, dass man sie kaum zu denselben zählen würde, wenn sie nicht gerader verliefen als die Fortsätze und nicht einzelne spärliche, namentlich bei Natronzusatz hervortretende zarte Varicositäten besässen. Wenn irgendwo in den Centralorganen, so kommt hier ein Nervenröhrenursprung vor, doch wird es auch begreiflich, dass derselbe sich noch nicht beobachten liess, wenn man die Zartheit der Gebilde, um die es hier sich handelt, kennt.

Fig. 150. Feinste Nervenröhren der oberflächlichen weissen Substanz des Hirns des Menschen, 350 mal vergr.

Der Balken, *Corpus callosum,* enthält an den vordern Theilen des Stammes über dem *Septum pellucidum,* dem *Fornix* und dem Streifenhügel, mattgraue, in weisse Substanz eingestreute Streifen, in denen das Mikroskop keine Zellen, sondern nur helle Bläschen von 0,003—0,004‴ wie Kerne mitten unter vielen Nervenröhren, wie sie auch in gewissen Faserbündeln des *Corp. striatum* sich finden, aufdeckt. Ausserdem sah *Valentin (Nervenl.* pg. 244) bisweilen an der Oberfläche des Balkens zwischen der *Raphe* und den *Striae obtectae* einen zarten grauen Anflug mit hellen Nervenkörpern, der mit der *Fasciola cinerea,* die in die *Fascia dentata* des *Pes hippocampi major* sich fortsetzt (siehe *Arnold Bemerk.* pg. 87) identisch zu sein scheint; sonst ist der Balken rein markig mit parallelen Nervenfasern von ganz demselben Ansehen und Durchmesser wie die der Markmasse der Hemisphären. Ebenso verhält sich auch die *Commissura anterior* und der *Fornix,* der jedoch sehr mannigfach mit grauer Substanz in Berührung kommt, wie im Sehhügel, aus dessen *Tuberculum anterius* seine *Radix descendens* hervorkommt, im *Corpus mammillare* (siehe oben §. 116), am Anfang der *Radix ascendens,* am Boden des 3. Ventrikels, gegen den einige zarte Bündel der *Radix ascendens* auslaufen und an seiner Verbindungsstelle mit dem *Septum pellucidum,* das neben einem gewöhnlichen, dicken, viel Bindegewebe und *Corpuscula amylacea* (siehe §. 118) zeigenden Ueberzug viele Netze feinster Nervenfasern und Nervenzellen, gerade wie das *Tuber cinereum,* zeigt. Die Fasern des *Fornix* messen, wo er weiss ist, 0,0008—0,005‴, meist 0,002—0,003‴; im Sehhügel (im oberen Theil) und im *Corpus mammillare* sind dieselben nur von der feinsten Art von 0,0004—0,001‴. Das Ammonshorn und die Vogelsklaue verhalten sich fast wie Windungen der Hemisphären, doch findet sich in der grauen Substanz des ersteren ein besonderer Streifen, der vorzüglich runde Zellen ohne Fortsätze, eine dicht an die andere gedrängt, enthält.

Schliesslich ist noch von dem Ursprunge der zwei ersten Nervenpaare zu reden. Der *Olfactorius* enthält im weissen Theil des *Tractus olfactorius* feine Nervenfasern von 0,0004— höchstens 0,002‴, die feinsten blassrandig, wahrscheinlich marklos, und ausserdem auch graue Substanz aus feinkörniger Masse und Zellen von 0,007—0,008‴. Dieselben Zellen und auch noch kleinere bis 0,003‴ herab, viele mit verästelten Fortsätzen, bilden den *Bulbus N. olfactorii*, untermengt mit vielen feinen Fasern, deren Verhältniss zu den Zellen und zu den eigentlichen Geruchsnerven sich nicht ermitteln lässt. — Der *Nervus opticus* entspringt mit seinem *Tractus,* in zwei Schenkel gespalten, von den *Corpora geniculata* und den Vierhügeln und Sehhügeln und steht ausserdem noch mit den Hirnstielen, der *Subst. perf. antica,* dem *Tuber cinereum* und der *Lamina terminalis* in Verbindung. Wo seine Fasern, dunkle Röhren von 0,002‴, eigentlich herkommen, ist beim Menschen unbekannt, nach Experimenten an Thieren zu schliessen, vorzüglich von den Vierhügeln, dagegen weiss man, dass dieselben im *Chiasma* zum Theil sich

kreuzen. In diesem finden sich ausserdem noch, wie *Arnold, Todd-Bowman* u. A. angeben, 1) Fasern, die sich nicht kreuzen, sondern aus dem *Tractus* in den *Opticus* ihrer Seite übergehen und 2) commissurenartige Fasern und zwar hintere, die eine Commissur der beiden Ursprungsstellen der Sehnerven bilden würden und vordere, die nur die *Retinae* vereinigen könnten. Die Existenz der erstgenannten Fasern ist sicher, doch sind dieselben viel spärlicher als die sich kreuzenden Elemente, allein auch die andern können kaum geleugnet werden. Physiologisch kann eine Commissur der Sehhügel und Vierhügel wohl gedeutet werden, aber auch eine Commissur der *Retinae* erscheint nicht gerade unmöglich, seit wir wissen, dass die Retina graue Substanz und in derselben Nervenzellen mit verästelten Fortsätzen enthält.

Den Ursprung der Nervenfasern im Gehirn und den höhern Centraltheilen überhaupt anlangend, so habe ich schon vor mehreren Jahren den Ursprung dunkelrandiger feiner Fasern von den Fortsätzen der Nervenzellen des Rückenmarkes der Frösche beobachtet (*Zeitschrift für wiss. Zool.* Bd. I. pg. 144, Tab. XI. Fig. VII). Beim Menschen hat es mir bisher nicht gelingen wollen, etwas der Art mit Bestimmtheit zu sehen, doch zweifle ich für mich nicht daran, dass auch hier ähnliche Verhältnisse sich finden. In der That wollen *R. Wagner* und *Leuckart* beim Menschen einen Uebergang der Fortsätze der vielstrahligen Zellen der *Substantia ferruginea* in Nervenröhren gesehen haben (*Gött. Anz.* 1850, No. 43), ebenso Prof. *Domrich*, wie er mir brieflich mittheilte, in der Rinde des *Cerebellum*. Dann hat *R. Wagner* neulich (*Gött. Nach.* Oct. 1851) auch in den electrischen Lappen der Zitterrochen gefunden, dass von den vielstrahligen Ganglienkörpern ein, seltener zwei nicht ramificirte Fortsätze in dunkelrandige Fasern übergehen. *R. Wagner* stellt diesen Uebergang auch jetzt, wie früher, so dar, dass er sagt, die Fortsätze hätten sich als Axencylinder in die dunkelrandigen Röhren fortgesetzt, worin ihm *Leydig*, der denselben Uebergang im *Cerebellum* des Hammerhaies sah, beistimmt, ebenso *Stannius* für Petromyzon. Mir will es immer noch nicht recht einleuchten, dass hier ein anderes Verhältniss sich finden soll als in den Ganglien, wo die Fortsätze der Ganglienkugeln nicht einfach Axencylinder sind, sondern auch eine Hülle besitzen, die, aussen am Nervenmark gelegen, in die Scheide der dunkelrandigen Röhre sich fortsetzt, doch will ich, weil überhaupt die Anwesenheit von Hüllen an den Nervenkörpern der Centralorgane und ihrer Fortsätze und an den feinen centralen Fasern noch streitig ist, gerne zugeben, dass die Sache auch anders sich verhalten kann. — Durch diese Untersuchungen ist die Bahn gebrochen und zweifle ich, wie ich es schon in meiner *Mikr. Anat.* ausgesprochen, nicht daran, dass es mit der Zeit gelingen wird, noch an manchen andern Orten in den Centralorganen von Menschen und Thieren den Ursprung dunkelrandiger Röhren nachzuweisen. Auf der andern Seite muss ich jedoch, gestützt auf vielfache Untersuchung des menschlichen Hirns behaupten, dass es höchstwahrscheinlich an sehr vielen Orten gänzlich unmöglich sein wird, Faserursprünge von Nervenzellen nachzuweisen, indem sehr viele Nervenröhren, namentlich die der Rinde des *Cerebellum* und *Cerebrum* schliesslich so blass und dünn werden, dass sie von den Nervenzellenfortsätzen nicht mehr zu unterscheiden sind. — Ob die Schlingen, die in den Windungen des grossen Gehirns bestimmt vorkommen und die ich auch in den Streifenhügeln sah, Endigungen sind oder ob freie Ausläufer von Nervenröhren vorkommen, wissen wir nicht, um so weniger, da sich ja nicht einmal behaupten lässt, dass gewisse Fasern wirklich enden. Es liegt zwar nahe anzunehmen, dass die Balkenfasern und die Commissurenfasern überhaupt in der einen Hemisphäre im Zusammenhang mit Zellen beginnen, in der andern enden und dass die Fasern, die von der Ober-

fläche der Windungen zu den Seh- und Streifenhügeln treten, in den letztern ausgehen, allein behaupten, dass dem so sei, kann man trotz der gesehenen Schlingen nicht, denn es könnten ja diese letztern gar keine Endigungen sein und die angegebenen Fasern Alle da und dort mit Nervenzellen im Zusammenhang stehen. Ein Ursprung von Nervenfasern ohne Zusammenhang mit Zellen wäre gegen alle Analogie, doch muss man in einem so dunklen Gebiete immerhin auf manches Neue gefasst sein und keine Möglichkeit von vorne herein ganz verwerfen. — Mehrere Autoren haben Theilungen der Nervenröhren in den Centralorganen gesehen, so von Aelteren *Ehrenberg, Volkmann, E. H. Weber* und neuerdings auch *Hessling (Fr. Notizen,* Apr. 1849, *Jenaische Ann.* I. St. 283), *E. Harless (Jbid.* pg. 284) und *Schaffner (Zeitschr. f. rat. Med. IX.)* im Gehirn verschiedener Wirbelthiere, besonders an der Grenze weisser und grauer Substanz. Ich will namentlich die letzteren Angaben nicht bezweifeln, kann jedoch nicht unterlassen zu bemerken, dass ich im Gehirn des Menschen bisher vergeblich nach Theilungen forschte und viele Hunderte von Fasern aus der grauen Substanz unter den günstigsten Verhältnissen vor mir hatte, die nichts von solchen darboten, dagegen fand ich allerdings im Rückenmark Theilungen (siehe oben). — Die vielstrahligen Nervenzellen mit verästelten Fortsätzen sind in ihrem Verhalten noch nicht ganz erkannt. Ich habe ihre Fortsätze, wie allgemein zugegeben wird, mit Recht als eine Art blasser, markloser Nervenröhren bezeichnet und dieselben zum Theil bis auf $1/5$ und $1/4'''$ isolirt, ohne über ihre Endigung mehr finden zu können, als dass sie schliesslich eine ungemeine Feinheit annehmen. *R. Wagner* nimmt an, dass diejenigen unter diesen Ausläufern, welche nicht in dunkelrandige Nervenröhren übergehen, dazu dienen, die einzelnen Nervenzellen untereinander in Verbindung zu setzen, sagt aber hiermit offenbar mehr als die wirkliche Beobachtung ergibt, indem er einen solchen Zusammenhang bisher nur bei den electrischen Lappen des Zitterrochens sah. Wie die Nervenanatomie jetzt steht, hat man vor nichts mehr sich zu hüten, als einzelne Beobachtungen gleich auf das Ganze zu übertragen und bin ich daher der Ansicht, dass auch diese Frage noch offen gelassen werden muss. Es mag zwar physiologisch recht zusagend sein, die Reflexe und Wechselwirkungen der einzelnen Nervenabschnitte durch solche Verbindungen der Zellen zu erklären, allein gerade deswegen muss man um so vorsichtiger sein, um so mehr, da minder handgreifliche Theorien die Verhältnisse eben so gut erklären. Ich entnehme daher den bisherigen Beobachtungen nur so viel, dass Nervenzellen anastomosiren können und überlasse es späteren Forschungen zu entscheiden, ob sie dies überall und mit allen Fortsätzen thun, oder ob sie an gewissen Orten auch frei auslaufen und einfach durch Juxtaposition aufeinander und auf Nervenfasern wirken, wie dies letztere bei den grossen Nervenzellen des Markes und den Wurzeln der Rückenmarksnerven der Fall zu sein scheint.

§. 118.

Hüllen und Gefässe des centralen Nervensystems. *A.* Hüllen. 1) Rückenmark. Die *Dura mater s. Meninx fibrosa* ist eine weissgelbliche, hie und da Sehnenglanz besitzende, feste, ziemlich elastische Membran, die fast zu gleichen Theilen aus parallelen und meist longitudinalen Bindegewebsbündeln und aus feineren elastischen Fasernetzen besteht. Die äussere Fläche der *Dura mater* ist vorn, wo die Haut constant mindestens einmal dünner ist als hinten, ziemlich innig mit der *Fascia longitudinalis posterior* der Wirbelsäule vereint, hinten und seitlich frei und durch einen Zwischenraum von den Wirbelbogen und ihrem Perioste geschieden, in welchem ein lockeres Bindegewebe mit anastomosirenden Bündeln von kaum mehr als 0,004—0,005''' (netzförmi-

gem Bindegewebe), seltener mit elastischen Fäserchen (umspinnenden und longitudinalen) und runden, spindelförmigen und sternförmigen kernhaltigen Zellen, ähnlich den Bildungszellen des Bindegewebes, ferner grössere oder kleinere Klümpchen eines häufig gallertartigen, durschscheinenden Fettes, mit serumhaltigen Zellen sich befinden. Die Gefässe dieses Raumes sind theils die bekannten *Plexus venosi,* theils feinere Gefässe und selbst Netze feinster Capillaren in dem lockern Bindegewebe selbst. — Die Innenfläche der *Dura mater* soll nach der allgemeinen Angabe von einem äusseren Blatte der *Arachnoidea* überzogen sein, allein hier findet sich nichts als ein Epithelium von polygonalen, platten, kernhaltigen Zellen auf der innersten Lage der harten Haut und von einem besonderen Substrate derselben keine Spur. — Das *Ligamentum denticulatum* hat kein Epithel und wie der verdickte Streifen der *Pia mater,* an den derselbe sich ansetzt, ganz denselben Bau wie die *Dura mater.*

Die Spinnwebenhaut, *Arachnoidea medullae spinalis* besteht nicht aus einer äusseren, mit der *Dura* vereinten und einer innern freien Lamelle, sondern aus einer einzigen, dem innern Blatte der Autoren entsprechenden Schicht. Dieselbe ist eine äusserst zarte durchscheinende Haut, welche in ihrem Verlaufe ganz der harten Haut folgt und so weit wie diese sich erstreckt. Ihre äussere Fläche steht an der hintern Mittellinie des Halstheiles höher oben durch ziemlich derbe Streifen, weiter unten durch zartere Fäserchen mit der *Dura* in Verbindung, sonst ist dieselbe vollkommen glatt und glänzend, welche Eigenschaft von einem dem der *Dura* ganz gleichen Epithelium herrührt, und liegt der harten Haut einfach an, etwa wie die Lungenpleura der Rippenpleura. Die innere Fläche der *Arachnoidea* ist ebenfalls glatt, jedoch ohne Epithel; sie wird durch einen grossen Zwischenraum, den Unterarachnoidealraum von dem Marke und der *Cauda equina* getrennt, sendet jedoch zahlreiche Streifen an die *Pia mater* und die Nervenwurzeln, welche ausser im Begleit der Gefässe und Nerven besonders an der hintern Mittellinie in einer Reihe hintereinander sich finden, und hie und da besonders am Halse eine durchlöcherte oder vollständige Scheidewand bilden. Bezüglich auf den feineren Bau enthält die *Arachnoidea* vorzüglich netzförmig anastomosirende Bindegewebsbündel von 0,001 — 0,004''', welche zu einigen Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln verbunden und gewöhnlich von feinen elastischen Fasern so umsponnen sind, dass sie, wenn durch Essigsäure aufgequollen, eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen (Fig. 23). An vielen Bündeln sind diese Fasern fein oder fehlen, an andern kommen neben ihnen auch im Innern der Bündel elastische Fasern vor.

Die Gefässhaut, *Pia mater,* umschliesst das Rückenmark und die graue Substanz des *Filum terminale* ganz eng, tritt einerseits an der vordern und der hintern Spalte, wo dieselbe sich findet, in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hinein, und gibt andrerseits auch den Nervenwurzeln zarte Scheiden ab. Dieselbe enthält meist gewöhnliches

Bindegewebe mit gerade verlaufenden Fasern, seltener anastomosirende Bündel; daneben ziemlich viele Kerne oft von linienförmiger Gestalt und spärliche elastische Fäserchen. Hie und da finden sich in der *Pia* goldgelbe oder braune Pigmentzellen von unregelmässig spindelförmiger Gestalt mit fein auslaufenden Enden und 0,04—0,05‴ Länge, die am Halstheile derselben durch ihre grössere Menge nicht selten eine braune, selbst schwärzliche Farbe der Haut bewirken.

2. Gehirn. Die Hüllen des Hirnes stimmen zwar im Allgemeinen mit denen des Markes überein, zeigen aber doch einige Verschiedenheiten. Die *Dura mater*, die hier aus der eigentlichen harten Haut und dem Periost der Innenfläche der Schädelknochen besteht, welche als unmittelbare Fortsetzung der entsprechenden Häute des Rückgratcanales in der Höhe des Atlas mit einander verschmelzen, ist im Allgemeinen dicker, auch weisslicher als am Mark. Ihre äussere oder Periostlamelle ist weissgelblich von Farbe und rauh, sitzt den Knochen mehr oder weniger fest an, trägt die grösseren *Vasa meningea* und ist auch sonst reicher an Gefässen als die innere eigentliche harte Haut, mit der sie in früherer Zeit nur locker verbunden ist, und von der sie mit Ausnahme der Stellen, die die *Sinus* enthalten, auch beim Erwachsenen nicht selten noch theilweise sich trennen lässt. Die innere Lamelle ist gefässärmer, weisser, an vielen Stellen mit Sehnenglanz und an ihrer inneren Fläche ganz glatt und meist auch eben. Als Verlängerungen dieser inneren Lamelle erscheinen die Fortsätze der harten Haut, die grosse und kleine Sichel und das Kleinhirnzelt, und zwischen beiden Blättern sitzen mit wenigen Ausnahmen die Blutleiter der harten Haut. — Beide Lamellen enthalten Bindegewebe von derselben Form, wie in Sehnen und Bändern, mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlauf der Fibrillen, welche entweder auf grosse Strecken ganz gleichmässig dahin ziehen oder, wie besonders an den *Sinus*, kleinere, in verschiedenen Richtungen sich kreuzende, sehnige Streifen darstellen und ziemlich viel feine elastische Fasern zwischen sich enthalten. Die Innenfläche der *Dura mater* besitzt eine einfache (nach *Henle* mehrfache) Lage von pflasterförmigen Epitheliumzellen von 0,005—0,006‴ Grösse mit rundlichen oder länglichen Kernen von 0,002—0,004‴, dagegen keine andere Bekleidung, die als parietales Blatt der *Arachnoidea* zu deuten wäre (vergl. *Luschka, Seröse Häute, pg.* 64).

Die *Arachnoidea* des Gehirns weicht weniger durch ihren Bau als durch ihren Verlauf von derjenigen des Markes ab. Zwar findet sich auch hier nur eine einzige als Spinnwebenhaut darstellbare Lamelle, welche dem sogenannten visceralen Blatte der *Arachnoidea* der Autoren entspricht und liegt dieselbe ebenfalls der Innenfläche der *Dura mater* ganz dicht an, allein die *Arachnoidea* tritt hier in eine viel innigere Beziehung zur *Pia mater*. Statt nämlich wie am Marke nur durch einzelne Fasern und Blätter mit dieser vereint zu sein, ist sie am Gehirn an sehr vielen Orten, nämlich an allen *Gyri* und an den vorspringenden Theilen der Gehirnbasis, mit derselben verklebt und selbst verwachsen, und ausserdem, wo

dies nicht der Fall ist, durch viele Fortsätze mit ihr vereint. Aus diesem Grunde findet sich auch am Gehirn kein zusammenhängender Unterarachnoidealraum, sondern viele grössere und kleinere, nur zum Theil communicirende Räume. Die grösseren derselben zwischen dem *Cerebellum* und der *Medulla oblongata* und unter dem *Pons*, den Hirnstielen, der *Fossa Sylvii* u. s. w., gehen direct in den Unterarachnoidealraum am Rückenmarke über, während die kleineren, entsprechend den *Sulci*, über die die Spinnwebenhaut brückenartig herübergeht, zum Theil wohl untereinander, aber, wenigstens die meisten, nicht mit den erwähnten grösseren Räumen zusammenhängen. Mit der Auskleidung der Hirnhöhlen verbindet sich, wie schon *Henle* richtig angibt, die *Arachnoidea* nirgends. Ihr Bau ist wie beim Rückenmark, nur sind die anastomosirenden Bündel und umspinnenden elastischen Fasern meist stärker, bis 0,01 selbst 0,02‴ und haben die erstern oft wie besondere mehr homogene Bindegewebshüllen unter denen manchmal Fett- und Pigmentkörnchen abgelagert sind. — An der äussern Fläche sitzt ein Epithel dem der *Dura mater* ganz gleich.

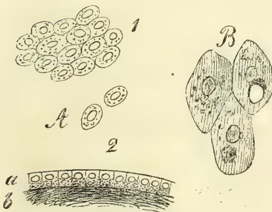
Die *Pia mater cerebri* ist gefässreicher, aber zarter als die des Markes, und bekleidet alle Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Gehirnes, wenn auch nicht sehr fest, doch ganz genau mit einziger Ausnahme der Rautengrube, über welche sie vom *Calamus scriptorius* an bis zum *Nodulus,* dem freien Rand der *Vela medullaria inferiora* und den *Flocculi* als *Tela chorioidea inferior* brückenartig sich erstreckt, um dann zur Unterfläche des *Vermis inferior* und der *Tonsillae* sich umzubiegen. In das Innere des Gehirnes dringt die *Pia mater* nur an Einer Stelle ein, nämlich am Querschlitz des grossen Hirnes, wo sie, die *Vena magna Galeni* und auch die Zirbel umhüllend, unter dem *Splenium corporis callosi* eintritt, die *Tela chorioidea superior* mit dem *Plexus chorioideus ventriculi tertii* und, unter dem Gewölbe durchgehend, auch die Adergeflechte der seitlichen Ventrikel bildet, die zwischen dem *Crus cerebri* und dem Unterlappen mit der *Pia mater* der Hirnbasis in Verbindung stehen. Mit Bezug auf die feineren Structurverhältnisse, so enthält die Gefässhaut des Gehirns so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe, das deren Grundlage bildet, mehr in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten wie am Rückenmark deutlich faserig, meist mehr homogen, *Reichert*'schen Membranen oder unreifem Bindegewebe sich annähernd, mit spärlichen Kernen und ohne elastische Fasern. Hie und da enthält die *Pia mater* jedoch auch netzförmiges Bindegewebe wie um die *Vena Galeni,* die Zirbel, die grösseren Gefässe herum und auch am *Cerebellum.* Auch spindelförmige Pigmentzellen finden sich hier wie am Mark, namentlich an der *Medulla oblongata*, und am *Pons*, aber auch weiter vorn an der Basis bis in die *Fossa Sylvii* hinein, wo ich dieselben selbst in der *Adventitia* von kleineren Arterien sah.

Diejenigen Theile der *Pia mater*, welche mit den Gehirnhöhlen in Verbindung stehen, die *Telae chorioideae* und *Plexus chorioidei,*

weichen in ihrem Bau von den übrigen Stellen nicht ab, ausgenommen, dass sie, namentlich die *Plexus*, fast nur aus Gefässen bestehen und an ihren mit den Wänden der Hirnhöhlen nicht verwachsenen Stellen ein Epithelium besitzen. Dieses letztere besteht aus einer einfachen Lage rundlich polygonaler Zellen von 0,008—0,01‴ Durchmesser und 0,003—0,004‴ Dicke, welche neben dem rundlichen Kern gewöhnlich noch gelbliche Körnchen, oft in grösserer Zahl und ein oder zwei runde dunkle Fetttropfen von 0,001—0,002‴ Grösse enthalten. Nach *Henle* senden fast alle diese Zellen von den Winkeln gegen die Bindegewebsschicht der *Plexus* kurze, schmale und spitzzulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln und nach *Valentin* (*Physiol.* 2. Aufl. 2. Th. St. 22.) tragen dieselben bei Säugethieren auch Flimmerhaare. Unter dem Epithelium folgt eine dünne Lage homogen aussehenden Bindegewebes und dann ein sehr dichter Knäuel von grösseren und kleineren Gefässen, zwischen denen kein geformtes Bindegewebe, sondern nur eine helle gleichartige Zwischensubstanz zu erkennen ist.

Alle Theile der Gehirnhöhlen, die nicht mit den Fortsetzungen der *Pia mater* in Verbindung stehen, d. h. der Boden des vierten Ventrikels, der *Aquaeductus Sylvii*, der Boden und die Seitenwände des dritten Ventrikels, *Ventriculus septi lucidi*, die Decke der Seitenventrikel, das vordere und hintere Horn und ein guter Theil des absteigenden Hornes, bei Embryonen auch die Höhlung im Riechkolben und der Canal im Mark, haben eine Bekleidung für sich, das sogenannte *Ependyma ventriculorum* (Fig. 151). Dasselbe ist ein einfaches Pflasterepithelium, das nach *Purkyně* und *Valentin* (*Müll. Arch.* 1836; *Val. Repert.* 1836, pg. 156) flimmern soll, was jedoch *Virchow* und ich an einem Hingerichteten nicht bestätigen konnten, und sitzt normal unmittelbar der Nervensubstanz auf; doch entwickelt sich so häufig, namentlich am *Fornix*, der *Stria cornea*, dem *Septum pellucidum*, unter demselben eine streifige, bindegewebartige Schicht von 0,01—0,05‴ Mächtigkeit, dass man mit *Virchow* dieses Vorkommen in einem gewissen Alter fast als constant bezeichnen kann. Das Epithelium zeigt bald, wie besonders im dritten Ventrikel, grosse Zellen von 0,008—0,012‴ mit Pigmentkörnchen und Pigmenthaufen neben dem 0,003‴ grossen Kern; an anderen Orten, wie in den Seitenventrikeln, sind die Zellen nur 0,005—0,007‴ gross, aber fast eben so dick als breit mit rundlichen Kernen und ziemlich viel gelblichen, meist in der Tiefe angehäuften Körnchen.

Fig. 151.



Die Gefässe der beschriebenen Hüllen verhalten sich sehr ver-

Fig. 151. *Ependyma* des Menschen. *A.* Vom *Corpus striatum.* 1 Von der Fläche, 2 von der Seite, *a.* Epithelzellen, *b* Nervenfasern, die darunter liegen. *B.* Epithelzellen von der *Commissura mollis.* 350 mal vergr.

schieden. Von Blutgefässen findet sich einmal in der *Dura mater* des Markes, wenn man von der äusseren Fläche derselben und vielen sie durchbohrenden Arterien und Venen des Markes absieht, sehr wenig und verhält sich dieselbe in dieser Beziehung mehr wie eine Muskelbinde oder Sehnenhaut. Dagegen kommen hier zwischen *Dura* und *Periost* des Wirbelcanals die bekannten Venenplexus und auch feinere Verästelungen im Fettgewebe vor, die keiner weiteren Beschreibung bedürfen. Am Schädel dagegen ist die gesammte *Dura* gefässreich, vor allem ihre äussere, einem *Periost* entsprechende Lage, welche theils für ihren eigenen Bedarf, theils für die Schädelknochen, denen sie viele Aeste abgibt, die *Arteriae meningeae* trägt und durch ihre Venen auch einen Theil des Blutes der Knochen ableitet. Ausserdem ist die *Dura* hier auch der Sitz der *Venensinus*, einfachen, in ihr ausgegrabenen, von einem Epithel bekleideten Bluträumen, von denen die meisten offenbar zwischen der Periostlamelle und der eigentlichen harten Haut sitzen, und so auch durch ihre Lage den *Plexus venosi spinales* entsprechen. Die *Arachnoidea* besitzt weder am Mark, noch am Gehirn eigene Gefässe (cf. *Luschka* l. c. pg. 71), wogegen die *Pia mater* an beiden Orten nicht nur die reichlichsten Vertheilungen der Gefässe der Nervensubstanz selbst trägt, sondern auch eigene, ziemlich zahlreiche Capillarnetze führt. In einem Theile der *Pia*, nämlich in den Gefässplexus, sitzt die Gesammtausbreitung der Gefässe in der Membran selbst und sind die in die Nervensubstanz eindringenden Aeste von untergeordnetem Belang. — Lymphgefässe wollen von Neueren *Fohmann* und *Arnold* (siehe *Anat.* II. pg. 618) sowohl in der *Pia mater* der Oberfläche des grossen und kleinen Hirns als auch in den *Plexus chorioidei* mit Luft und Quecksilber injicirt haben, eine Beobachtung, die mir gar sehr der Bestätigung zu bedürfen scheint.

Die Häute des centralen Nervensystems besitzen zum Theil wenigstens auch Nerven. In der *Dura mater* des Gehirns verlaufen die einen in der Periostlamelle der Haut, so ziemlich dem Verlaufe der *Art. meningeae* folgend, und sind besonders deutlich an der *Art. meningea media*, die einmal von Ausläufern der *Nervi molles* und dann von einem besonderen, von *Arnold* zuerst gesehenen Nerven *(N. spinosus Luschka)*, der nach *Luschka* (l. c.) aus dem dritten Aste des *Trigeminus* stammt, begleitet ist, von denen die ersteren mit den Gefässen sich ausbreiten, der letztere vorzüglich für die Knochen bestimmt zu sein scheint, Ausserdem sah *Purkyně* auch an den vorderen und hinteren *Arteriae meningeae* Nerven, und beschrieb *Arnold* schon vor längerer Zeit den bekannten *N. tentorii cerebelli* aus dem *Quintus*, der wie neulich besonders *Pappenheim* und *Luschka* (l. c.) zeigten, zu den grösseren Blutleitern der *Dura mater* geht. Die Elemente dieses weiss aussehenden Nerven und des *Nervus spinosus Luschka* sind die des *Trigeminus*, die der andern feine Fasern und zeigen dieselben an beiden Orten Theilungen. — In der *Dura* des Markes war es mir ebenso wie *Purkyně* unmöglich Nerven zu finden, dagegen trifft man solche, wie schon erwähnt, in dem

Perioste des Wirbelcanals und an den zu den Wirbeln und dem Marke gehenden Arterien, ferner auch an den Blutleitern und dem lockeren Fettgewebe des Wirbelcanales (*Luschka* l. s. c.).

In der Spinnwebenhaut selbst habe ich nie Nerven gesehen, wohl aber an den sie durchsetzenden Gefässen und in den Balken, welche von ihr zur *Pia* abgehen, namentlich an der Hirnbasis, zu denen mir auch die von (*Luschka, Seröse Häute pg.* 70) gesehenen trotz der wahrgenommen Theilungen zu gehören scheinen. Neulich beschreibt auch *Bochdálek* (l. i. c.) Nerven der *Arachnoidea cerebri* vom *Accessorius*, der *Portio minor trigemini* und dem *Facialis*, ist jedoch den Beweis schuldig geblieben, dass dieselben in der *Arachnoidea* enden. Wenn derselbe Autor auch in der *Arachnoidea* an der *Cauda equina* äusserst viele Nerven findet, so verfällt er in denselben Fehler, den schon früher *Rainey* beging, dass er Bindegewebe in der selteneren Gestalt von Netzen für Nerven hält. Ich kenne auch an der *Cauda equina* nur am *Filum terminale* und im Begleit der Gefässe Nerven, sonst nirgends, auch in der *Dura mater* nicht, zu der sie *Bochdalek* ebenfalls verfolgt haben will.

Die von *Purkyně* beim Rinde entdeckten Nerven der *Pia mater* finden sich auch beim Menschen, bei dem die *Pia mater* des Markes bis in das *Filum terminale* hinein sehr reich an Netzen feiner Nerven von 0,0015—0,003‴ ist, die durchaus nicht etwa nur den Gefässen folgen. An der Hirnbasis finden sich an den Arterien des *Circulus Willisii* viele ähnlichen Geflechte, welche mit Stämmchen von höchstens 0,03‴ mit den verschiedenen Arterien, mit Ausnahme derer des *Cerebellum* immer dem Verlaufe derselben folgend, durch die ganze *Pia* des Gehirns sich ausbreiten, jedoch in ihren Enden nirgends sich erkennen lassen. Sicher ist, dass dieselben die Arterien nicht in die Gehirnsubstanz hinein begleiten und dass in den Gefässplexus keine Nerven sich finden; ob an der *Vena Galeni*, habe ich noch nicht erforscht. Den Ursprung dieser Nerven hat *Remak* aufgefunden, nämlich die hinteren Wurzeln, welche, wie ich selbst mich vergewisserte, je von den einander zunächst gelegenen Fasern aus an vielen Orten, wie mir schien, häufiger am Halstheile des Markes, feine Fäserchen durch den Subarachnoidealraum an die *Pia* senden. Wie hier, so möchten auch am Gehirn neben dem *Sympathicus* (*Plexus caroticus internus, Plexus vertebralis*) auch die Hirnnerven an der Versorgung der *Pia* sich betheiligen, indem auch *Bochdalek* von den Wurzeln vieler Hirnnerven viele feine Zweige, von demselben Bau wie die Wurzeln selbst, an die Nervenplexus der Arterien der Hirnbasis und der *Pia mater* dieser Gegend und des *Cerebellum*, auch an den *Plexus chorioideus Ventr. IV* (?) treten sah. *Bochdalek* fand auch, dass einzelne feine Fädchen direct aus dem verlängerten Marke, dem *Pons*, den *Crura cerebri* an die *Pia* treten, ohne sich vorher an die benachbarten Nervenstämme anzuschliessen.

B. Gefässe des centralen Nervensystems. Gehirn und Mark stimmen in Bezug auf die Verbreitung und Beschaffenheit der Blut-

gefässe fast ganz überein. Nachdem die Arterien in der *Pia* bedeutend sich verzweigt haben, dringen sie mit wenigen Ausnahmen *(Substantiae perforatae, Pons)* als feine, jedoch noch deutlich arterielle Gefässchen in die Nervensubstanz und lösen sich unter fortgesetzter, meist spitzwinkliger Verästelung in ein ziemlich weitmaschiges Netz sehr feiner Capillaren auf, aus dem dann die Venenwurzeln entspringen und sowohl an der Oberfläche als im Innern zu den bekannten Stämmen sich sammeln (Fig. 152). Die graue Substanz ist ohne Ausnahme bedeutend gefässreicher als die weisse, mit engeren Maschen und etwas engeren Gefässen und verdankt diesem Verhältniss zum Theil ihre Farbe. Nach *E. H. Weber* messen die Zwischenräume der Capillaren in der Marksubstanz 0,0142''' in der Breite, 0,025''' in der Länge; an einer *Gerlach*'schen Injection des Schafhirnes war in der grauen Substanz die Weite der Maschen 3 — 4mal enger als die der weissen. Die Stellung der eintretenden Stämmchen ist am Rückenmark zum Theil sehr regelmässig in Reihen. Zwei solche finden sich im Grunde der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der *Pia* rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche und andere nicht selten auch entsprechend den Wurzeln und dem Ansatze des *Ligamentum denticulatum*. Alle diese Gefässe dringen, ohne gerade bedeutend sich zu verschmälern, in die graue Substanz und bilden erst hier ihre Endausbreitung. Am Gehirn finden sich sehr zierliche parallele Gefässe in der grauen Substanz des *Cerebellum*, minder deutliche im grossen Hirn und den übrigen Theilen. — Der Bau der Gefässe ist im Allgemeinen wie anderwärts. Die Arterien dringen noch mit drei Häuten versehen in die Nervensubstanz ein, doch ist die *Adventitia* eine zwar resistente, aber dünne, scheinbar ganz homogene Haut. Die *Media* ist rein muskulös und die *Intima* nur aus einer sehr zierlichen elastischen Haut mit Lücken und ausgezeichneten spindelförmigen Epithelzellen gebildet. Nach und nach geht eine dieser Schichten nach der andern verloren, bis vor den Capillaren nur noch die *Adventitia*, spärliche, querstehende, längliche Zellen mit queren Kernen und ein Epithel da ist, an welche Gefässe dann bald Capillaren mit structurloser Haut und mehr oder weniger Kernen, zum

Fig. 152.

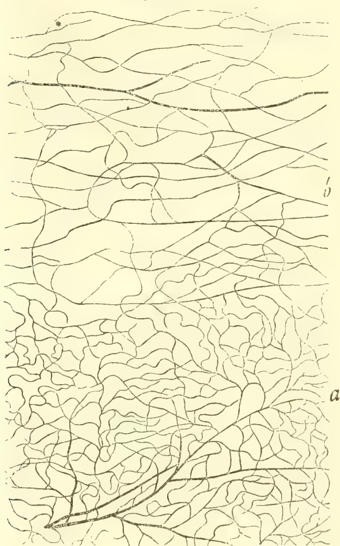


Fig. 152. Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer *Gerlach*'schen Injection *a*. der grauen, *b*. der weissen Substanz.

Theil von grosser Feinheit (im Mark von 0,0022''', im Gehirn von 0,002''' die feinsten sich anreihen. Von den Venen führen die grössten meist keine Spur von glatten Muskeln, nur Bindegewebe mit Kernen oder feine elastische Fasern und Epithel, an den kleineren sah ich hie und da, obschon sehr spärliche, contractile Elemente.

In den Gehirnhöhlen findet sich unter normalen Verhältnissen eine äusserst geringe Menge einer klaren serumartigen Flüssigkeit, welche offenbar von den Adergeflechten secernirt wird und vielleicht unter Mitwirkung der Flimmerbewegung an der Ernährung der Wände der Hirnhöhlen sich betheiligt. Ein zweites Fluidum, der *Liquor cerebrospinalis*, ist in den beschriebenen, nach Luschka an der *Arachnoidea spinalis* von einem Epithel belegten Unterarachnoidealräumen enthalten und aus dem grössten derselben, der von der Hirnbasis bis zum Ende des Sackes der *Dura mater medullae* sich erstreckt, leicht zu erhalten. Derselbe ist alkalisch, enthält 98,56 Wasser, 0,55 Eiweiss und Extractivstoffe, 0,84 Salze besonders Chlornatrium und scheint als Hauptbedeutung die zu haben, eine freiere Bewegung des centralen Nervensystems zu bewirken und als Regulator bei verschiedenen Füllungszuständen des Gefässsystemes zu wirken.

Im Folgenden mögen noch einige pathologische Zustände erwähnt werden. Das *Ependyma ventriculorum* hat nicht bloss, wie oben schon berührt, fast constant stellenweise eine faserige, dünnere Unterlage, sondern ist häufig, besonders bei Wassersucht der Höhlen und im Alter, durch eine solche ungemein verdickt. In beiden Fällen enthält es constant, von Purkyně zuerst erwähnte, Amylonkörnchen ähnliche, runde oder bisquitförmige, gelbliche Körper mit concentrischer Streifung, die von diluirten Säuren kaum angegriffen werden, dagegen in caustischen Alkalien erblassen und nach und nach sich lösen. Ich finde diese *Corpuscula amylacea* (Fig. 153) fast constant am *Fornix*, der *Stria cornea* und dem *Septum pellucidum*, aber auch anderwärts in den Wänden der Hirnhöhlen, ausserdem in der Rinde des Gehirns, in der Marksubstanz des Markes, im *Filum terminale*, an den ersten Orten oft in unglaublicher Menge eines dicht am andern in dem neugebildeten Bindegewebe oder zwischen den Nervenelementen. Dass diese Körperchen pathologisch sind, ist sicher, unbestimmt, woraus sie bestehen und wie sie sich bilden, obschon alles auf eine stickstoffhaltige Substanz und eine Entstehung aus successiven Niederschlägen hindeutet. — In den *Plexus chorioidei*, in der Zirbel, hie und da in der *Pia mater* und *Arachnoidea* (auch im Marke) und, obschon selten, auch in den Wänden der Ventrikel findet sich ferner als constante, jedoch pathologische Production der Hirnsand. Derselbe besteht aus rundlichen, einfachen oder maulbeerförmig gruppirten, dunklen, meist concentrisch gestreiften Kugeln von 0,005 – 0,05''' und daneben aus rundlich eckigen Massen von Tropfstein-, Keulen- oder anderweitig unregelmässiger Gestalt, mit unebener, hügeliger, muscheliger Oberfläche, auch wohl in Form von einfachen, verästelten oder netzförmig verbundenen, cylindrischen, starren Fasern und von feiner Punktmasse. Der Hirnsand enthält vorzüglich kohlensauren Kalk, aber auch

Fig. 153.



Fig. 153. 1. Hirnsand aus der *Glandula pinealis* in Bindegewebsbündeln. 2. *Corpuscula amylacea* aus dem *Ependyma* des Menschen, 350 mal vergr.

phosphorsauren Kalk und Bittererde und eine organische Substanz, die nach dem Ausziehen der Salze meist vollkommen in der Gestalt der Concretion, z. B. als ein concentrisch schaliger, blasser Körper oder als helle Faser zurückbleibt. Es ist ganz sicher, dass dieser Hirnsand, wenn er in länglichen, verästelten, netzförmigen Massen auftritt, einfach in den Bindegewebsbündeln sich entwickelt (Fig. 153), so in der Zirbel nicht selten und in den Hirnhäuten; in andern Fällen scheint derselbe eine selbständige Incrustirung von Faserstoffgerinseln zu sein. Mit Kalk imprägnirte Zellen, wie sie *Remak (Obs.* pg. 26) annahm, kommen dagegen nach *Harless (Müll. Arch.* 1845, pg. 354) nicht vor. — Endlich mögen auch noch die Pacchionischen Granulationen der *Pia mater* und die Ossificationen der Hirnhäute erwähnt werden. Erstere, die besonders zu beiden Seiten der grossen Sichel, an den *Flocculi*, in den *Plexus chorioidei* u. s. w. sitzen, bestehen vorzüglich aus einer derben faserigen Masse wie unreifes Bindegewebe und enthalten auch unentwickeltes elastisches Gewebe und *Corpuscula amylacea*, letztere, wahre Knochenplättchen, finden sich theils an der Innenfläche der *Dura* des Gehirns, theils an der *Arachnoidea*, namentlich der *Cauda equina*.

Peripherisches Nervensystem.

§. 119.

Rückenmarksnerven. Die vom Marke abstammenden 31 Nervenpaare entspringen mit wenigen Ausnahmen mit vorderen und hinteren Wurzeln. Diese erhalten eine zarte Bekleidung von der *Pia mater*, setzen convergirend durch den Subarachnoidealraum und durchbohren dann, jede für sich, auch die *Arachnoidea* und *Dura mater*, welche letztere ihnen eine festere Hülle abgibt. Im weiteren Verlauf bildet die hintere Wurzel ihr Ganglion, dadurch, dass um ihre Nervenfasern herum und auch zwischen dieselben Ganglienzellen sich anlagern, welche allem Anscheine nach Alle besonderen Nervenröhren, den Ganglienfasern der Rückenmarksnerven als Ursprung dienen, die, meist je eine von einer Zelle entspringend, mit den durch das Ganglion nur hindurchtretenden Fasern der hinteren Wurzel nichts weiter gemein haben, als dass sie in ihrem ohne Ausnahme peripherischen Verlaufe an dieselben sich anlegen und mit ihnen sich mischen. Die motorische Wurzel nimmt niemals Ganglienzellen auf, sondern geht an dem Ganglion, demselben mehr oder weniger anliegend, nur vorbei. Unterhalb des Ganglion vereinen sich beide Wurzeln so, dass ihre Elemente sehr innig sich mischen und ein gemeinsamer Nervenstamm gebildet wird, der in allen seinen Theilen sensible und motorische Elemente führt. Derselbe verbindet sich gewöhnlich mit den benachbarten höheren und tieferen Nerven zur Bildung der bekannten Nervenplexus und entsendet dann schliesslich seine Endäste in die Muskeln, die Haut, an die Gefässe des Rumpfes und der Extremitäten, an die Gelenkkapseln, Sehnen und in die Knochen. Wie bei den Wurzeln, so zeigt sich auch bei den Aesten des gemeinschaftlichen Stammes, dass die motorischen vorzüglich dicke, die für die Haut und die andern genannten Organe bestimmten mehr feine Röhren führen, doch werden schliesslich in den Endausbreitungen alle Röhren gleichmässig fein. Die

Nervenfasern aller Rückenmarksnerven verlaufen, wie es scheint, in den Stämmen und Aesten ganz isolirt und ohne sich zu theilen, in den Endausbreitungen dagegen kommen sehr häufig Theilungen und wenigstens bei gewissen Thieren (Maus, Batrachierlarven), auch netzförmige Anastomosen vor. Die Endigung selbst findet mit Schlingen statt oder mit freien Ausläufern, letzteres namentlich in den Pacinischen Körperchen, $\frac{1}{2}$—2''' grossen, eiförmigen, aus vielen concentrischen, durch Flüssigkeit getrennten Kapseln zusammengesetzten Gebilden vorzüglich der Hand und der Füsse, in denen in der Regel eine Nervenfaser endet.

An dem ersten und den letzten Nerven lässt sich hie und da nur eine Wurzel, dort die motorische und hier die sensible erkennen. Die Durchmesser aller vorderen und hinteren Wurzeln der linken Seite einer männlichen und weiblichen Leiche habe ich mitgetheilt in den *Verh. d. Würzb. ph. m. Ges.* 1850, Heft II, die aus denselben berechneten Querschnitte finden sich in m. *Mikr. Anat.* §. 116. — Die Wurzeln besitzen ein zartes Neurilem, das von der *Pia* abstammt, wie diese gebaut ist und sowohl eine äussere Hülle derselben von 0,002''' Durchmesser als innere Scheidewände der einzelnen Nervenbündel bildet. — Häufig anastomosiren die benachbarten Wurzeln und zwar ist dies bei den sensiblen viel gewöhnlicher und namentlich an den Halsnerven beim Menschen constant bei dem einen oder andern Nerven zu finden.

§. 120.

Der Bau der Spinalganglien ist bei Säugethieren schwer zu erforschen, doch glaube ich folgendes mit Bestimmtheit über dieselben angeben zu können. Die sensiblen Wurzeln treten, soviel ich bisher habe ermitteln können, in keinen Zusammenhang mit den Ganglienkugeln in dem Ganglion, ziehen vielmehr als ein oder in grossen Ganglien mehrere, selbst viele und dann anastomosirende Bündel einfach durch dieselben hindurch, um unterhalb des Knotens wieder zu einem

Fig. 154.

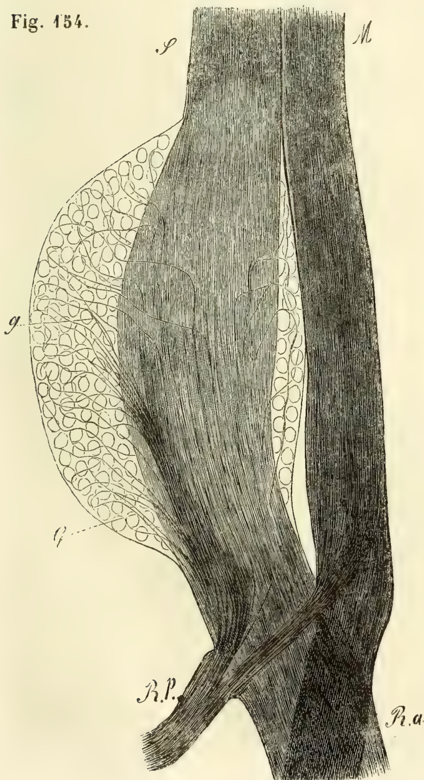


Fig. 154. Ein *Ganglion lumbale* eines jungen Hundes mit Natron behandelt und 45 mal vergr. *S.* Sensible Wurzeln, *M.* motorische Wurzel. *R. a.* vorderer Ast des Rückenmarksnerven, *R. p.* hinterer Ast; bei beiden ist ihre Zusammensetzung aus beiden Wurzeln deutlich, *G.* Ganglion mit den Zellen und den Ganglienfasern, die die durchtretende sensible Wurzel verstärken helfen.

Stamme sich zu sammeln, der dann gleich mit der motorischen Wurzel sich vermischt. Die Ganglienkugeln selbst stehen, wie es scheint, die meisten mit Nervenfasern in Verbindung, entweder so, dass nur eine Nervenfaser von ihnen abtritt oder indem sie zwei solchen oder sehr selten noch mehreren den Ursprung geben. Diese Fasern, die ich Ganglienfasern nenne, gehen in überwiegender Mehrzahl, vielleicht alle peripherisch, schliessen sich an die durchtretenden Wurzelfasern an und verstärken dieselben, so dass mithin jedes Ganglion als Quelle neuer Nervenfasern anzusehen ist.

Zur Untersuchung der Spinalknoten wählt man die des *Sacralis V.* und *Coccygeus* des Menschen und die kleiner Säugethiere, die man theils zerzupft, theils in ihrer Totalität unter Anwendung von Essigsäure und vor Allem verdünntem Natron untersucht. — Die Fasern der Nervenwurzeln zeigen, indem sie durch die Ganglien hindurchsetzen, durchaus nichts Eigenthümliches, namlich keine Veränderung im Durchmesser; auch Theilungen sah ich durchaus keine und glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass solche, wenn überhaupt vorhanden, auf jeden Fall sehr selten sind, da ich, obschon ich speciell nach ihnen forschte und bei Säugethieren viele Nervenfasern durch das ganze Ganglion hindurch verfolgen konnte, doch nichts von ihnen bemerkte.

Die Hauptbestandtheile der Ganglien, die Ganglienkugeln oder Ganglienzellen (Fig. 155 u. 157), besitzen ein deutliche äussere Hülle, sind meist rundlich, länglich oder birnförmig und gewöhnlich leicht abgeplattet und messen von 0,012 bis 0,036‴, selbst 0,04‴, in der Mehrzahl 0,02 und 0,03‴. Der Inhalt ist durchweg feinkörnig und nicht selten in der Nähe des Kernes mit einer im Alter zunehmenden Ansammlung von gelben oder gelbbraunen grösseren Pigmentkörnern versehen, denen vorzüglich die Ganglien ihre gelbe Farbe verdanken. Die Kerne messen 0,004 — 0,008‴, die Nucleoli 0,0008 — 0,002‴. Diese Ganglienzellen nun finden sich in den Spinalganglien einmal in grösserer Menge an der Oberfläche der Knoten zwischen dem Neurilem und den durchsetzenden Wurzelfasern und, wenigstens beim Menschen, auch in dem Innern derselben, wo sie nesterartig die Räume des Nervenröhrenplexus erfüllen. Durch ein besonderes Gewebe werden die einzelnen Zellen in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt, welches an isolirten Zellen wie eine besondere Hülle derselben erscheint und daher auch äussere Scheide derselben genannt wird, in der That jedoch ein das ganze Ganglion durchziehendes System von vielfach verbundenen kleinen Scheidewänden darstellt, die die einzelnen Zellen zwischen sich aufnehmen, und nur seltener als bestimmt abgegrenzte Hülle einzelner Kugeln auftritt. Dieses Gewebe zählt offenbar zum Bindegewebe, tritt jedoch in mehrfachen Formen auf, die zum Theil schon *Valentin* (*Müll. Arch.* 1839, St. 143)

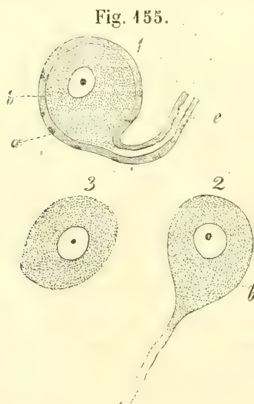


Fig. 155. Ganglienkugeln aus dem *Ganglion Gasseri* der Katze, 350 mal vergr. 1. Zelle mit kurzem, blassem Fortsatz mit einem Faserursprung, *a*. Hülle der Zelle und Nervenröhre mit Kernen, *b*. Zellenmembran der Ganglienkugel. 2. Zelle mit einem Faserursprung ohne Hülle, *b*. Zellenmembran der Ganglienkugel. 3. Ganglienkugel durch Präparation ihrer Zellmembran und äusseren Scheide beraubt.

richtig gewürdigt hat, nämlich 1) in Gestalt einer bald mehr homogenen, bald mehr faserigen Substanz mit eingestreuten plattrundlichen Kernen von 0,002 — 0,003‴ und 2) in Form einzelner länglicher, dreieckiger oder spindelförmiger Zellen von 0,003 — 0,005‴, mit Kernen wie vorhin, die zum Theil wohl Epitheliumzellen gleichen, jedoch wie eine Vergleichung ihrer verschiedenen Formen ergibt, eher den Entwicklungszellen des Bindegewebes oder des elastischen entsprechen (Fig. 156). Ausser diesen zwei Bildungen, von denen die erste überall verbreitet ist, die zweite besonders in grösseren Ganglien sich findet, kommen beim Menschen auch noch Zwischenformen vor, die wie aus kernhaltigen sogenannten *Remak*'schen Fasern (siehe unten) bestehen, wenigstens bei der Präparation in solche zerfallen.

Fig. 156.



Von weitaus den meisten Ganglienzellen gehen beim Menschen und bei den Säugethieren blasse Fortsätze von 0,0015 — 0,0025‴ aus, ganz entsprechend denen der centralen Zellen, jedoch mit einer besonderen Hülle versehen, die, wie ich im J. 1844 auffand (*Selbst. u. Abh. des symp. Nerv. Zürich* 1844, St. 22), je einer in eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzen (Fig. 155, 157). Die von mir beobachteten Zellen waren nur mit einem Fortsatze versehen, sogenannte unipolare, und ich glaubte zuerst, dass nur solche in den Spinalknoten sich finden. Nun ergeben aber neuere Erfahrungen, namentlich von *Stannius*, dass in denselben auch Zellen mit 2 Fortsätzen, von denen selbst einer nochmals sich theilen kann, vorkommen und es wird daher neuer ausgedehnter Untersuchungen bedürfen, um zu ermitteln, wie die Sache eigentlich sich verhält. Schon jetzt glaube ich jedoch Folgendes bemerken zu müssen. 1) Beim Menschen und Säugethieren habe ich unipolare Zellen sicher constatirt und glaube auch aussagen zu dürfen, dass dieselben sehr zahlreich sind. 2) In der neuesten Zeit habe auch ich, obschon selten, Zellen mit zwei blassen Fortsätzen gesehen, und will ich gern die Möglichkeit zugeben, dass solche Zellen häufiger vorkommen, da es sicher ist, dass bei der verhältnissmässig rohen Methode, deren man sich bedienen muss, um die Zellen zu isoliren, viele Fortsätze abreissen. 3) Wenn *Stannius* in der neuesten Zeit bei einem menschlichen und einem Kalbsfötus, neben unipolaren und apolaren Zellen, bei letzterem zahlreiche bipolare gesehen hat, so ist zu fragen, ob die letzteren Zellen nicht solche waren, die später sich theilen — da Theilungen der Zellen der Ganglien unzweifelhaft vorkommen (siehe unten) — und hierdurch zu unipolaren werden. 4) Mögen die Zellen eine oder zwei Fasern abgeben, so treten die letzteren doch nicht die eine central und die andere nach der Peripherie, sondern beide nach der Peripherie ab, wenigstens sieht man bei der Untersuchung ganzer kleiner Ganglien nur solche Ganglienfasern, auch fand *Stannius* an solchen bipolaren Zellen vom Kalbe die zwei Fortsätze dicht beisammen. 5) Ob in den Spinalganglien auch Zellen ohne Fortsätze vorkommen, ist schwer zu entscheiden, da die Fortsätze ungemein leicht abreissen und verstümmelte Zellen sehr

Fig. 157.

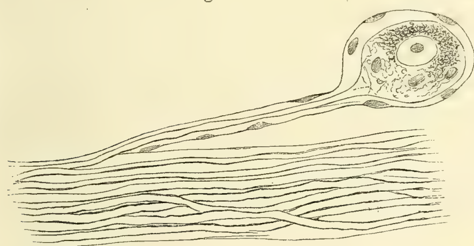


Fig. 156. Zellen aus der Scheide der Ganglienkugeln der Spinalknoten des Menschen; 350 mal vergr.

Fig. 157. Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden gestielten Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist, 350 mal vergr. Vom Menschen.

leicht für apolare genommen werden können. In kleinen Ganglien von Säugern kann man zu jeder Zelle eine Faser verfolgen, dagegen zeigen sich in den kleinsten *Ganglia spinalia* des Menschen und an den inconstanten Knötchen der hintern Wurzeln (s. d. folg.) nicht selten Zellen, zu denen keine Faser herantritt, und daher möchte ich mich vorläufig nur dahin aussprechen, dass auf jeden Fall von der Mehrzahl der Zellen Fasern entspringen. Zur Untersuchung dieser Verhältnisse wählt man beim Menschen entweder die grösseren Knoten, welche man dann, wo möglich unter einem einfachen Mikroskope, sorgfältig zerfasert, bis man einen Faserursprung findet, was bei einiger Uebung doch fast in jedem Ganglion gelingt oder man hält sich an die kleineren Ganglien des *Sacralis I.* und *Coccygeus.* In diesen trifft man fast in jedem Individuum einzelne ganz isolirt neben den Ganglien oder in der Nähe derselben befindliche gestielte Ganglienkugeln, jede in ihrer besonderen, hier homogen aussehenden Scheide (Fig. 157) und erkennt in vielen Fällen ausnehmend deutlich die im Stiel der Kugel liegende, einfache, dunkle Nervenfaser und häufig auch deren Zusammenhang durch einen blassen Fortsatz mit der Zelle. Auch die *Ganglia aberrantia (Hyrtl)*, d. h. inconstante, grössere oder kleinere, in jeder Leiche vorkommende Ansammlungen von Ganglienkugeln an den hinteren Wurzeln der grösseren Nerven, lassen hie und da einfache Faserursprünge bestimmt erkennen. — Die von den Ganglienzellen entspringenden dunklern Fasern bilden einfach die Fortsetzung der blassen Ausläufer der Zellen, so dass Hülle und Inhalt beider Theile continuirlich in einander übergehen und somit auch die Membran und der Inhalt der Zellen mit der Scheide der Nervenröhren und der Markscheide sammt dem Axencylinder verbunden sind. An älteren Ganglienkugeln oder nach Einwirkung von Reagentien (arsenige Säure, Chromsäure, Jod) löst sich der Inhalt der Zellen von der Membran und erscheint der Axencylinder als directe Fortsetzung derselben (Fig. 158), wie zuerst *Harting* gezeigt hat (vergl. auch *Stannius* in *Gött. Anz.* 1850 und *Leydig* l. c. Tab. I. Fig. 9.), wodurch am besten gezeigt wird, dass der Inhalt der Ganglienkugeln nicht als in einer erweiterten Nervenröhre liegend aufgefasst werden kann. Die entspringenden Nervenröhren oder Ganglienfasern die oft bogenförmig oder in mehreren Cirkeltouren die Zellen umgeben, sind anfangs fein, von 0,0015—0,0025''', bleiben jedoch nicht so, wie ich früher glaubte, als ich nur ihren Ursprung kannte, sondern nehmen, wie man sehr leicht an vielen Fasern direct beobachten kann, sehr bald, schon innerhalb des Ganglion Alle bis zu 0,003 und 0,004''', manche selbst bis zu 0,005 und 0.006''' an Dicke zu, werden mithin zu mitteldicken und dicken Nervenröhren. Die Fortsätze der Zellen und die entspringenden Nervenfasern besitzen ebenfalls gekernte Scheiden, wie die Zellen selbst, sogenannte Scheidenfortsätze, verlieren dieselben jedoch da, wo sie an den austretenden Stamm sich anlegen und erhalten statt ihrer das gewöhnliche Neurilem der Nerven als Umhüllung.

Meine eben gegebene Schilderung von dem Verhalten der Spinalganglien der Säugethiere und des Menschen weicht sehr erheblich von dem ab, was *Bidder-Reichert*, *R. Wagner* und *Robin* bei Fischen gefunden haben. Die Hauptdifferenz liegt darin, dass während bei den Säugethieren nach allem, was wir wissen, die Wurzeln in

Fig. 158.

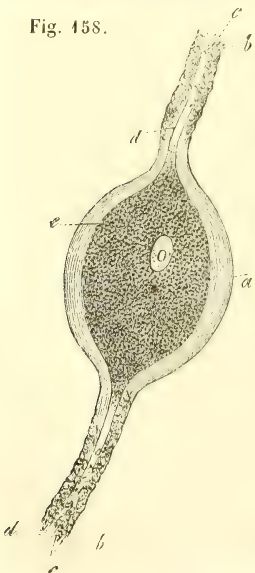


Fig. 158. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte bipolare), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350 mal vergr. *a.* Hülle der Kugel. *b.* Nervenscheide. *c.* Nervenmark. *d.* Axenfaser mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalt *e.* der Ganglienkugel zusammenhängend.

kein directes Verhältniss zu den Ganglienzellen treten und die Ganglien einfach durchsetzen, bei den Fischen alle Wurzelfasern mit denselben verbunden sind, so dass jede Faser durch eine bipolare Zelle unterbrochen ist und besondere Ganglienfasern gänzlich fehlen. *R. Wagner* hat geglaubt, das bei den Fischen gefundene unbedingt auf alle Wirbelthiere übertragen zu können und behauptet, dass das Vorkommen bipolarer Zellen im Verlaufe der hintern Wurzelfasern mit dem *Bell*'schen Lehrsatze im Zusammenhange stehe und ein nothwendiges Moment in der Mechanik der sensitiven Fasern sei; ferner dass nun der höchst wichtige und so lange gesuchte anatomische Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Primitivfasern gefunden sei. Im Gegensatze hierzu habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass keine Nöthigung vorhanden sei, das bei den Fischen gefundene auf den Menschen zu übertragen und dass die Unterbrechung einer sensiblen Faser durch eine Ganglienkugel dieselbe als Faser von einer motorischen nicht unterscheide. Wenn auch *Wagner* diese meine Auffassung in der neuesten Zeit unphysiologisch genannt hat, so wird er hiermit doch niemand überzeugen, dass die Spinalknoten der Säuger so gebaut sind, wie er dieselben sich denkt, und werde ich daher abwarten, ob fernere Untersuchungen meine Beobachtungen bestätigen oder nicht. — Zur Vervollständigung derselben führe ich noch an, dass bei directer Messung der sensiblen Wurzeln über und unter den Ganglien eine nicht unbedeutende Differenz zu Gunsten des letztern Ortes sich ergibt (siehe meine *Mikr. Anat. II, St.* 509), welche, da Verschiedenheiten in der Dicke der ein- und austretenden Nervenröhren und Theilungen derselben innerhalb des Ganglion nicht vorkommen, nur auf Rechnung der in den Ganglien entspringenden und peripherisch weiter ziehenden Fasern gesetzt werden kann, eine Annahme, die auch durch die directe Beobachtung sich bestätigt (Fig. 154).

In Betreff der interessanten Beobachtungen über den Bau der Spinalknoten niederer Thiere und namentlich der Fische, verweise ich besonders auf die unten citirten Schriften von *R. Wagner*, *Bidder*, *Robin* und *Stannius*.

§. 121.

Weiterer Verlauf und Endigung der Rückenmarksnerven. Unterhalb des Spinalknotens vereinen sich die sensible und motorische Wurzel zur Bildung eines gemeinschaftlichen Stammes und zwar so, dass ihre Fasern verschiedentlich sich mischen, wie sich bei kleinen Thieren sehr deutlich direct beobachten lässt. Alle von nun an abgehenden Aeste, sowohl der vordere und der hintere Hauptast als auch deren fernere Verbreitungen sind mithin gemischter Natur, von Theilen beider Wurzeln gebildet, welches Verhalten auch bis zur letzten Ausbreitung so bleibt. Hier jedoch ändert sich dasselbe, indem die motorischen Fasern in ungemein vorwiegender Menge in die Muskelzweige, die sensiblen vorzüglich in die Hautäste abgehen. Wo die in den Spinalganglien entspringenden Ganglienfasern sich ausbreiten, ist auf anatomischem Wege nicht zu ermitteln. Berücksichtigt man aber die Physiologie, so möchte es als das Wahrscheinlichste erscheinen, dass dieselben nicht, wie man auf den ersten Blick zu glauben geneigt ist, in den *Rami communicantes* zum *Sympathicus* gehen, sondern, mit den Rückenmarksnerven verlaufend, vor Allem in die Gefässnerven derselben übertreten und mithin in Haut, Muskeln, Knochen, Gelenken, Sehnen und Häuten (*Periost, Pia mater* etc.) sich ausbreiten, dann aber auch vielleicht zu den Drüsen und unwillkürlichen Muskeln der Haut sich begeben. — Die Nervenfasern in den Haupt-

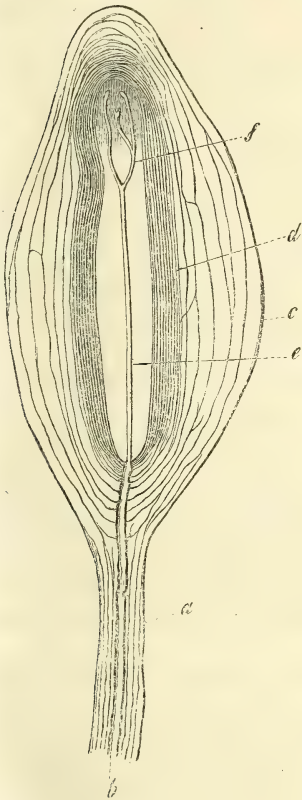
ästen der Rückenmarksnerven zeigen dieselben Durchmesser wie in den Wurzeln, d. h. es finden sich feine und dickere Röhren und eine gewisse Zahl von Uebergangsformen, im weitern Verlauf scheiden sich jedoch die Fasern, so dass die dickeren mehr in die Muskeläste, die dünneren in die Hautnerven übergehen. Nach den Angaben von *Bidder* und *Volkmann* ist das Verhältniss der dünnen zu den dicken Fasern beim Menschen in den Hautnerven wie 1,1 : 1, in den Muskelnerven wie 0,1—0,33 : 1, welche Angaben ich nur bestätigen und denselben noch das beifügen kann, dass die Nerven der Knochen in den Stämmen $^1/_3$ dicke, $^2/_3$ dünne Röhren führen, während die der Gelenke, Sehnen und Häute vorwiegend dünne Fasern enthalten. Meiner Ansicht nach müssen die meisten feinen Fasern der Spinalnervenäste als vom Rückenmark abstammend und in ihrer Function den dicken für ganz gleich bedeutend gehalten werden, und nur das wird vorläufig noch unermittelt bleiben, ob dieselben alle zum Gehirn emporgehen oder vielleicht einem Theile nach im Marke entspringen, worüber §. 112 zu vergleichen ist.

Die Rückenmarksnerven bestehen zwar im Allgemeinen aus parallel und meist wellenförmig verlaufenden Röhren, von welchem Umstande auch das quergebänderte Ansehen derselben herrührt, zeigen aber doch im Verlaufe sehr häufig Anastomosen, durch welche die verschiedenen grösseren oder kleineren Plexus mit sich kreuzenden Fasern entstehen. Die Bildung derselben beruht auf einem Austausch ganzer Bündel oder Fasern, nie auf einem Zusammenhang der einzelnen Primitivfasern und bietet vom mikroskopischen Standpunkte aus nichts Bemerkenswerthes dar. — Theilungen der Nervenröhren kommen nach unseren bisherigen Erfahrungen in den Stämmen und grösseren Aesten der Rückenmarksnerven der Säugethiere nicht vor [bei den Fischen sah *Stannius* vielfache Theilungen in den Stämmen von motorischen und gemischten Nerven (*Archiv für phys. Heilk.* 1850, St. 77)], ebenso wenig eine erhebliche Aenderung in ihrem Durchmesser; dagegen finden sich allerdings auch beim Menschen in den Endausbreitungen solche Theilungen und zugleich eine sehr bedeutende Abnahme der Röhren in ihrem Durchmesser, mit Bezug auf welche Verhältnisse und auf die Endigungen in Haut, Muskeln, Knochen, Häuten überhaupt auf die an den betreffenden Orten gegebenen ausführlichen Schilderungen verwiesen wird.

Nur eine Art der Endigung der Rückenmarksnerven ist hier noch zu besprechen, die in den Pacinischen Körperchen. So nannte *Henle* und ich (*Ueber die Pacin. Körperchen des Menschen und der Thiere, Zürich* 1844) von dem Italiäner *Pacini* (*Nuovi organi scoperti nel corpo umano, Pistoia* 1840) zuerst genauer beschriebene kleine Organe, namentlich an den Nerven der Handfläche und Fusssohle, die allerdings, wie *Langer* in Wien später nachwies, schon von dem Deutschen *A. Vater* (*J. G. Lehmann, de consensu partium corp. hum. Vitembergae* 1741) gesehen, jedoch in ihrer Bedeutung nicht erkannt worden waren. Diese Organe von elliptischer oder birnförmiger Gestalt, weisslich durchscheinender Farbe, mit

einem weisseren Streifen im Innern und von ½—2‴ Grösse finden sich beim Menschen constant an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle in dem Unterhautzellgewebe selbst und zwar am zahlreichsten an den Fingern und Zehen, namentlich am dritten Abschnitte derselben [nach *Herbst (Die Pacin. Körperchen und ihre Bedeutung, Gött.* 1847) finden sich an der Hand ungefähr 600, am Fuss etwas weniger], ausserdem zeigen sie sich, was hier ebenfalls besprochen werden mag, ohne Ausnahme an den grossen sympathischen *Plexus* vor und neben der *Aorta abdominalis,* hinter dem *Peritoneum,* besonders in der Nähe des *Pancreas,* manchmal auch im Gekrösse des Dünndarmes bis nahe an den Darm hin, ferner ausnahmsweise an anderen Nerven, so am *Nervus pudendus communis*, an der *Glans penis (Fick)* und am *Bulbus urethrae,* an den *Nervi intercostales*, am *Plexus sacralis*, an den Hautnerven des Ober- und Unterarmes, am Hand- und Fussrücken, an den Hautnerven des Halses.

Fig. 159.



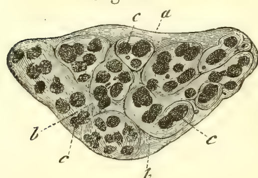
Der Bau der Pacinischen Körperchen ist im Ganzen einfach (Fig. 159). Ein jedes derselben besteht aus sehr vielen (20—60) concentrischen Schichten von Bindegewebe, von denen die äusseren durch grössere, die inneren durch kleinere Zwischenräume von einander getrennt sind, in denen eine helle serumartige Feuchtigkeit sich findet, die in grösserer Menge in einem länglichen, innerhalb der innersten Schichten enthaltenen centralen Raume angesammelt ist. Jedes Körperchen besitzt einen aus den Fortsetzungen seiner Schichten gebildeten rundlichen, mit einem Nervenzweigchen verbundenen Stiel, in welchem eine von den Nerven abgehende, dunkle, 0,006—0,068‴ (bei der Katze 0,0044—0,0077‴) breite Nervenfaser zu dem Körperchen verläuft. Dieselbe tritt aus dem Stiel in den centralen Raum, wird hier 0,006‴ breit und 0,004‴ dick, blass, marklos, fast wie ein Axencylinder und endet im oberen Theile der inneren Höhlung häufig zwei- oder dreigespalten, mit einem freien, leicht granulirten Knöpfchen. Weiteres, auch vergleichend anatomisches Detail über diese bei vielen Säugethieren und auch

Fig. 159. Ein Pacinisches Körperchen des Menschen, 350 mal vergr. *a.* Stiel desselben, *b.* Nervenfaser in demselben, *c.* äussere, *d.* innere Schicht der Hülle, *e.* blasse Nervenfaser in der centralen Höhle, *f.* Theilungen und Ende derselben.

bei Vögeln in der Haut, am Schnabel, in der Zunge *(Herbst, Will)* zahlreich vorkommenden Gebilde, über welche die Physiologie noch ganz im Dunkeln ist, findet sich in den oben citirten Schriften, dann auch bei *Reichert (Bindegewebe, St. 65), Herbst (Götting. gel. Anz. 1848, No. 162, 163, 1850, Nachr. v. d. Univ. pg. 204, 1851 pg. 161), Will (Sitzungsberichte der Wiener Acad., Febr. 1850), Osann (Bericht über d. zoot. Anst. in Würzb. 1849), Strahl (Müll. Arch. 1848, St. 163)* und *Pappenheim (Compt. rend. XXIII. pg. 68).*

Die Rückenmarksnerven sind von ihrer Durchtrittsstelle durch die *Dura mater* an von einer festeren bindegewebigen Hülle, der Nervenscheide, *Neurilema*, umhüllt, die mit feineren Ausläufern auch in das Innere der Nerven eingeht und wie bei den Muskeln, einerseits grössere und kleinere Fascikel abgrenzt und auch mit ganz verfeinerten Scheiden zwischen die einzelnen Röhren sich einsenkt (Fig. 160). In den Endausbreitungen, wo oft einzelne oder einige wenige Primitivfasern noch eine äussere Scheide besitzen, erscheint das Neurilem als eine homogene, mit länglichen Kernen von 0,003''' besetzte Hülle, und so bleibt es auch bei den kleineren Zweigen der Haut- und Muskelnerven, nur dass nach und nach die Substanz der Länge nach in Fasern sich zu spalten beginnt, die Kerne länger werden (0,005—0,008'''), oft fast wie in glatten Muskeln, und auch elastische Fäserchen auftreten, die manchmal ganze Bündel umspinnen. In grösseren Nerven tritt dann schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen elastischen Netzen auf, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe.

Fig. 160.



Alle grösseren Nerven enthalten Gefässe, obschon nicht gerade in grosser Zahl, die vorzüglich der Länge nach verlaufen und ein lockeres Netz enger Capillaren von 0,002—0,004''' mit länglichen Maschen entwickeln, das die Bündel umspinnt und zum Theil zwischen die Elemente derselben eingeht, jedoch nie einzelne Primitivfasern, sondern immer nur ganze Abtheilungen derselben umgibt. Die Ganglien enthalten ein zierliches Capillarnetz in Gestalt eines Maschenwerkes, so dass jede Ganglienkugel von besonderen Gefässen umgeben ist. — Auch die Pacinischen Körperchen enthalten Gefässe, die selbst bis zum centralen Raume dringen *(Todd-Bowman* I. pg. 75 u. 76, *Herbst* Taf. IV. Fig. 1 u. 2).

Ueber das Verhalten der Nerven in der Haut der Thiere führe ich nachträglich noch einiges an. In der Haut des Schwanzes von Batrachierlarven *(Rana, Bufo, Triton, Bombinator, Alytes)* beschrieb ich die zierlichsten Verästelungen

Fig. 160. Querschnitt des *Nervus ischiadicus*, 15 mal vergr. *a.* Gesammthülle des Nerven, *b.* Neurilem der tertiären Bündel, *c.* secundäre Nervenbündel, zum Theil mit besonderen Scheiden; vom Kalbe.

und Netze der embryonalen blassen Nervenfasern, ferner ganz deutliche Schlingen der ausgebildeten dunklen Nervenröhren und einzelne Theilungen der letzteren (*Annal. des sc. nat.* 1846, p. 102, pl. 6. 7). Beim erwachsenen Frosch bilden nach *J. N. Czermák (Müll. Arch.* 1849, pg. 252) die für die Haut bestimmten Nerven an der innern Fläche derselben ein schon von *Burdach* beschriebenes grossmaschiges Netz, von dem aus noch viele Bündelchen abgehen, senkrecht das *Derma* durchsetzen und, in der oberflächlichen Drüsenlage der Haut angelangt, zwischen den Drüsen einen oberflächlichen Nervenplexus bilden. In Betreff der eigentlichen Endigung der Nervenfasern gelangte *Czermák* zu keinem bestimmten Resultate, machte dagegen die interessante Entdeckung, dass dicke und dünne Nervenfasern des tiefern Plexus sehr häufig und wiederholt dichotomisch sich theilen und so über grössere Flächen sich verbreiten, von welcher Theilung ich selbst an von *Czermák* vorgelegten Präparaten aufs Bestimmteste mich überzeugte. Aehnliche Verhältnisse fand *Leydig (Zeitschr. f. wiss. Zool. III.)* in der Haut der Fische; auch hier finden sich oberflächlichere und tiefere Plexus mit zahlreichen Theilungen feinerer und dickerer Röhren, die an der Oberfläche schliesslich alle ganz fein und blass werden und dem Auge sich entziehen. — Bei Wirbellosen finden sich, wie aus den Untersuchungen von *Leydig* an *Argulus* und besonders *Carinaria* hervorgeht, ganz analoge Verhältnisse, wie ich von den Nerven der Froschlarven beschrieb, und kann ich *Leydig* nicht beistimmen, wenn er die Anschwellungen mit Kernen als Ganglienkugeln bezeichnet. Dagegen sind die Verhältnisse bei *Artemia* und *Corethra* vielleicht eigenthümliche, indem hier grössere Stämmchen der Hautnerven am Ende mit vielen rundlichen Bläschen in Verbindung stehen, die die Function von Ganglienzellen haben könnten *(Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. III)*.

In der Haut der Säugethiere und des Menschen hatte, abgesehen von den Pacinischen Körperchen, bis vor Kurzem noch Niemand etwas von Theilungen der Nervenröhren gesehen, vielmehr stimmten alle Beobachter darin überein, dass hier, namentlich in den Papillen, Endschlingen vorkommen. Nun zeigt sich aber als Resultat meiner Erfahrungen und derjenigen von *J. N. Czermák* und *C. Gegenbaur*, dass hier wahrscheinlich Schlingen und Theilungen zum Theil selbst mit freien Endigungen zugleich vorhanden sind. Dass beim Menschen Endschlingen in den Papillen und Theilungen in den Endplexus sich finden, habe ich schon oben angeführt, letztere sind besonders schön in der *Conjunctiva scleroticae*, wo auch freie Enden vorhanden zu sein scheinen und eigenthümliche Nervenknäuel, ähnlich den von *Gerber* schon früher beschriebenen (siehe meine *Mikr. Anat.* II. 1. St. 31. Fig. 13 *A*) sich zeigen. Ausserdem fand *Czermák* Theilungen der Hautnerven der Maus, und ich selbst ein Uebergehen der dunkelrandigen Nerven in blasse anastomosirende Fäden von 0,001—0,0005''' ganz ähnlich den embryonalen Fasern der Froschlarven (s. meine *Mikr. Anat.* II. 1. St. 24), endlich *Gegenbaur* zahlreiche Theilungen in der Nervenausbreitung der Tasthaare der Säuger. — Weitere Erfahrungen werden zu zeigen haben, in welchem Verhältnisse die Schlingen, Theilungen und freien Enden zu einander sich verhalten und ob bei den verschiedenen Säugern trotz aller scheinbaren Differenz doch eine Uebereinstimmung herrscht oder nicht.

§. 122.

Kopfnerven. Die vom Gehirn entspringenden sensiblen und motorischen Nerven stimmen mit den Rückenmarksnerven in den meisten Punkten so überein, dass eine kurze Charakteristik derselben genügt, und was die höheren Sinnesnerven anlangt, so werden dieselben später bei den Sinnesorganen ausführlicher besprochen werden.

Die motorischen Kopfnerven, das III., IV., VI., VII. und XII. Paar, verhalten sich sowohl in Bezug auf die Wurzeln als auf den Verlauf und die Ausbreitung ganz wie die motorischen Wurzeln und Muskelzweige der Rückenmarksnerven, mit der einzigen Ausnahme, dass allen diesen Nerven durch Anastomosen mit sensiblen Nerven, etwelche sensible Fasern für die Muskeln zugeführt werden. Berücksichtigung verdient 1) dass nach *Rosenthal* und *Purkyně* im Stamme des *Oculomotorius* des Rindes Ganglienkugeln vorkommen, welche jedoch *Bidder* (pg. 32) nicht finden konnte; 2) dass der *Facialis* im Knie eine Menge grösserer Ganglienkugeln hat, durch welche jedoch nach *Remak* nur ein Theil der Fasern hindurchgeht *(M. Arch.* 1841); 3) dass nach *Volkmann* (bei *Bidder Ganglienkörper* St. 68) die kleine, mit einem Ganglion versehene Wurzel des *Hypoglossus* des Kalbes motorische Effecte hervorruft. Welche Bedeutung dieses Vorkommen von Ganglienkugeln in motorischen Nerven hat, ist unausgemacht. Wahrscheinlich entspringen von denselben einfache Fasern mit peripherischer Ausbreitung, gerade wie in den Spinalganglien. Auf jeden Fall zeigt dasselbe, dass Ganglien nicht nothwendig an sensiblen Nerven sitzen müssen. Das V., IX. und X. Paar gleichen insofern den Spinalnerven als sie alle motorische und sensible Elemente führen. Beim *Trigeminus* hat die kleine Wurzel vorwiegend dicke Röhren, die grosse viele feine Fasern. Das Ganglion *Gasseri*, auch die kleinen an demselben ansitzenden Knötchen, enthält viele grössere und kleinere Ganglienkugeln von 0,008—0,030''' mit kernhaltigen Scheiden und verhält sich, nach dem was ich bei kleinen Säugethieren und beim Menschen sah, wie ein Spinalknoten, d. h. es lässt die Fasern der grossen Wurzel einfach durchtreten und gibt von unipolaren Zellen aus vielen mitteldicken Nervenfasern den Ursprung, die an die austretenden Zweige sich anlegen. Auch bipolare Zellen kommen vor, jedoch wie es scheint in geringerer Zahl, und was etwaige apolare Zellen anlangt, so gilt dasselbe, wie bei den Spinalknoten. Die Endausbreitung des *Trigeminus* ist grösstentheils wie bei den Hautnerven, namentlich lassen sich auch in den Schleimhäuten Theilungen der Nervenröhren bestimmt nachweisen, so erstere in der *Conjunctiva* am Rande der *Cornea*, im *Ligamentum ciliare*, in den Zahnkeimen, in den Zungenpapillen. Endschlingen und freie Endigungen scheinen in den Papillen der Mundschleimhaut und Zunge, und in der *Conjunctiva* sich zu finden während in der *Cornea* die Enden ganz durchsichtig und blass sind und ohne Theilungen ein weitmaschiges Netz bilden. Was die am *Trigeminus* vorkommenden Ganglien anlangt *(Ganglion ciliare, oticum, sphenopalatinum, linguale, supramaxillare)*, so finde ich den Bau derselben mehr wie bei den sympathischen Ganglien, nur enthalten dieselben doch ziemlich viele grössere Ganglienkugeln. — Der *Glossopharyngeus* hat, obschon mit motorischen Eigenschaften begabt, doch nach *Volkmann (M. Arch.* 1840. St. 488) keine Fasern, die nicht durch das eine oder andere seiner Knötchen hindurchsetzen. An seinen Wurzeln, die viele feine Röhren führen, finden sich nach *Bid-*

der (l. c. pg. 30) bei Säugethieren nicht selten einzelne Ganglienkugeln, oft frei ansitzend, an denen man wie an ähnlichen der Vaguswurzeln, zum Theil leicht den Abgang zweier mitteldicker Fasern sehen soll. Die Ganglien des *Glossopharyngeus* verhalten sich wie Spinalknoten, d. h. die Wurzelfasern treten einfach durch, und im Knoten entspringen Ganglienfasern von meist unipolaren Zellen; seine Endausbreitung enthält in der Paukenhöhle und Zunge kleine Ganglien und stimmt sonst mit der des *Trigeminus (P. major)* überein. Der *Vagus* geht beim Menschen mit allen seinen Wurzeln in das *Gangl. jugulare* ein, während er bei einigen Säugethieren (Hund, Katze, Kaninchen nach *Remak* in *Fror. Not.* 1837. N. 54; beim Hund und Schaf nach *Volkmann*, *Müll. Arch.* 1840. St. 491, nicht aber beim Kalb, wo auch in der scheinbar motorischen Wurzel Ganglienkugeln sich finden) auch ein kleineres, am Ganglion sich nicht betheiligendes Ursprungsbündel hat. Im *Ganglion jugulare* und in der *Intumescentia ganglioformis* habe ich nichts von Spinalknoten abweichendes finden können, nur gingen die Ganglienzellen zum Theil bis zu 0,009‴ herab, obschon freilich auch sehr viele grosse bis zu 0,03‴ sich zeigten. Die Endausbreitung des Nerven bietet, wie *Bidder* und *Volkmann* richtig angeben, eine constante Vertheilungsweise der dickeren und dünneren Fasern dar, so dass die Aeste zu Speiseröhre, Herz und Magen fast ausschliesslich dünne Fasern führen, während in denen zur Lunge und im *Laryngeus superior* die dünnen zu den dicken Fasern wie 2 : 1 und im *Laryngeus inferior* und den *Rami pharyngei* wie 1 : 6—10 sich verhalten. Auch diese feinen Fasern stammen lange nicht alle aus dem *Sympathicus* selbst, da sie schon in den Wurzeln des *Vagus* in überwiegender Menge sich finden, und auch im *Laryngeus superior* so zahlreich sind. Ausserdem möchten viele derselben nichts als verschmälerte oder von Hause aus feinere in den Ganglien des *Vagus* selbst entsprungene sogenannte Ganglienfasern sein, die ich ebenfalls nicht zum *Sympathicus* rechnen möchte. Ueber die Endigungen des *Vagus* siehe unten an den betreffenden Orten. — Der *Accessorius Willisii*, obschon vielleicht auch zum Theil sensibel, hat keine Ganglienkugeln und zeigt in seiner Ausbreitung und Endigung, soviel bekannt, nichts Besonderes.

Endschlingen innerhalb von Nervenstämmen hat schon *Gerber* erwähnt, und neulich beschreibt *Valentin* solche aus dem *Vagus* (Brusttheil) der Maus und Spitzmaus, ohne über ihre Bedeutung etwas aussagen zu wollen. Noch räthselhafter sind von *Remak* und *Bochdalek* gesehene Nervenfädchen, die aus dem Gehirn herauskommen und wieder in dasselbe zurückgehen.

§. 123.

Ganglienнerven. Mit diesem Namen bezeichnet man wohl am passendsten den sogenannten Sympathicus, das sympathische oder vegetative Nervensystem, da derselbe keine physiologische Hypothese voraussetzt, sondern einfach die Thatsache ausdrückt, die anatomisch am meisten in die Augen springt. Die Ganglienнerven sind weder

ein ganz für sich bestehender Theil des Nervensystems *(Reil, Bichat)*, noch ein blosser Abschnitt der Cerebrospinalnerven, sondern es stehen dieselben einerseits durch sehr viele in ihren Ganglien entspringende feine Nervenfasern, Ganglienfasern des Sympathicus, ganz selbständig für sich da, während sie auf der anderen Seite durch Aufnahme einer geringeren Zahl von Fasern der andern Nerven auch mit dem Mark und dem Gehirn verbunden sind. Vergleichen wir die Gangliennerven und die Cerebrospinalnerven, so finden wir, dass die ersteren, indem sie aus einer zweifachen Quelle sich zusammensetzen, in einer gewissen Beziehung allerdings den Nerven der letzteren gleichen, die ebenfalls aus Ganglienfasern des Spinalknotens und aus solchen, die aus dem Marke hervorkommen, sich bilden, jedoch namentlich darin abweichen, dass sie eine viel grössere Zahl von selbständigen Elementen, von Ganglien und Ganglienfasern, besitzen und viel zahlreichere Anastomosen untereinander eingehen. Wenn es mithin auch vom anatomischen Standpunkte aus gerechtfertigt erscheinen kann, die Gangliennerven für sich zu betrachten, so ist es doch nicht erlaubt, dieselben für etwas ganz besonderes zu halten, indem eben im Grunde jeder Nerv dieselben Hauptelemente, einige Hirnnerven, *Vagus*, *Glossopharyngeus,* selbst zahlreiche periphersche Ganglien darbieten und ausserdem die vergleichende Anatomie die Hervorbildung derselben aus den Spinalnerven und die Physiologie den Mangel eigenthümlicher Functionen lehrt.

§. 124.

Grenzstrang der Gangliennerven, *Nervus sympathicus.* Der *Nervus sympathicus* ergibt sich beim Menschen als ein weisslicher oder weisser Nerv, dessen dunkelrandige Nervenröhren in der Regel einander parallel verlaufen, ohne sich zu theilen oder zu anastomosiren und die einen 0,0025—0,006‴ selbst mehr, die anderen nur 0,0012—0,0025‴ messen. Diese feineren und dickeren Fasern verlaufen zum Theil mit einander vermengt, zum Theil mehr bündelweise neben einander, letzteres namentlich in der Nähe der Ganglien des Grenzstranges und in diesen selbst. Der Bau der Ganglien ist im Allgemeinen

Fig. 161.



Fig. 161. Sechstes *Ganglion thoracicum* der linken Seite aus dem *Sympathicus* des Kaninchens, von der hintern Seite, mit Natron, 40mal vergr. *T.*2. Stamm des *N. sympathicus*. *R.c. R.c. Rami communicantes,* beide in zwei Aeste sich spaltend. *Spl. Splanchnicus*. *S.* Aestchen des Ganglion mit zwei stärkeren Fasern und feineren Fasern, wahrscheinlieh zu Gefässen abgehend. *G.* Ganglienkugeln und Ganglienfasern an den Stamm des Grenzstranges sich anschliessend.

der der Spinalganglien. Ein jedes derselben besteht 1) aus durchtretenden Nervenfasern, die von einem Theil des Stammes in den anderen gehen, 2) aus einer gewissen Zahl feiner, im Ganglion entspringender Röhren und 3) aus vielen Ganglienzellen; ausserdem senken sich in die Ganglien noch die *Rami communicantes* ein und tritt eine gewisse Zahl von Aesten peripherisch aus denselben heraus. Die Ganglienzellen im *Sympathicus* (Fig. 162 *B*) verhalten sich im Wesentlichen genau so wie in den Spinalganglien, nur sind sie durchschnittlich kleiner, von 0,006—0,018''', 0,008—0,01''' im Mittel, weniger und blasser pigmentirt oder selbst farblos und gewöhnlich ziemlich gleichmässig rund. Den Ursprung der Nervenfasern des Grenzstranges anlangend, so ist es vor Allem augenscheinlich, dass dieselben, einem guten Theile nach, aus den *Rami communicantes* stammen, die unmittelbar unterhalb der *Ganglia spinalia* aus den Stämmen der Rückenmarksnerven hervorgehen, im Allgemeinen wie die sensiblen Wurzeln derselben gebildet sind (d. h. vorwiegend feinere Fasern führen) und, mögen sie nun einfach oder mehrfach sein, nachweisbar mit beiden Wurzeln sich verbinden. Nach allem, was sich bisher ermitteln liess, stammen die Fasern dieser Verbindungsäste vorzüglich vom Rückenmark und von den Spinalganglien und sind mithin Wurzeln des *Sympathicus*, einem kleineren Theile nach möchten dieselben jedoch auch von dem *Sympathicus* herkommen und an die Rückenmarksnerven sich anschliessend mit denselben peripherisch weiter sich verbreiten. — In den Grenzstrang des *Sympathicus* eingetreten, verlaufen die *Rami communicantes*, insofern sie aus den Spinalnerven abstammen, fast ohne Ausnahme in zwei oder mehrere Aeste gespalten, in demselben auf- und abwärts nach dem Kopf- und Beckenende desselben, an die Längsfasern des Stammes sich anschliessend. Bei Kaninchen kann man die Fasern eines bestimmten *Ramus communicans* sehr häufig noch bis zum nächsten Ganglion und weiter in einzelne peripherische Aeste verfolgen, doch entzieht sich im Allgemeinen der Verlauf der einzelnen Bündel sehr bald dem Auge. Nichts destoweniger lässt sich mit grosser Bestimmtheit behaupten, dass dieselben nach und nach Alle in die peripherischen Aeste des Grenzstranges abgehen, denn einmal führen alle Aeste des Grenzstranges oft in sehr beträchtlicher Menge von denselben dunkelrandigen dickeren Fasern, die die *Rami communicantes* enthalten, und zweitens sieht man nirgends ein Ende

Fig. 162.

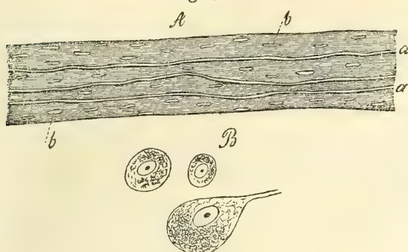


Fig. 162. Aus dem *Sympathicus* des Menschen 350mal vergr. *A*. Ein Stückchen eines grauen Nerven mit Essigsäure; *a*. feine Nervenröhren, *b*. Kerne der *Remak*'schen Fasern. *B*. Drei Ganglienkugeln, eine mit einem blassen Fortsatz.

oder einen Ursprung derselben in dem Grenzstrange selbst, was eben der Hauptgrund ist, warum die *Rami communicantes* nicht als Aeste des *Sympathicus*, sondern nur als Wurzeln desselben betrachtet werden können.

Ausser den feinen und dickeren Fasern der *Rami communicantes* enthält der Grenzstrang des *Sympathicus* noch sehr viele andere, zwar dunkelrandige, aber blasse, feinste Nervenröhren von 0,0012—0,002‴, von denen ich unverhohlen behaupte, dass sie in ihm entspringen, und nicht etwa nur Fortsetzungen der Fasern der *Rami comm.* sind, wie dies in der neuesten Zeit seit der Auffindung der bipolaren Ganglienkugeln bei Fischen vermuthet worden ist. Bei den Säugethieren ist es in der That bei Untersuchung ganzer sympathischer Ganglien unter vorsichtiger Benutzung des diluirten Natrons und der Compression äusserst leicht zu zeigen, dass die grosse Mehrzahl der Fasern der *Rami comm.* mit den Ganglienkugeln nicht in der geringsten Verbindung steht, dass vielmehr dieselben durch die Knoten nur hindurchsetzen und schliesslich in die peripherischen Aeste abgehen. Da nun ausser diesen Fasern im Grenzstrange noch viele feinste Fasern vorkommen, die sich durchaus nicht auf die der *Rami comm.* zurückführen lassen, so ist klar, dass dieselben ganz neu auftretende Gebilde sein müssen. Dieser Schluss erscheint noch gerechtfertigter, wenn man hinzusetzt, dass es, wie ich zuerst und viele nach mir gezeigt haben, gar nicht so schwer hält, in den sympathischen Ganglien der Säuger und Amphibien einfache Faserursprünge nachzuweisen, und wenn man weiss, dass in den Ganglien immer ein bedeutender Theil feiner Fasern als sogenannte umspinnende, d. h. in verschiedenen Krümmungen durch die Zellenmassen sich hindurchwindende, erscheint. Nach dem, was ich bei den Säugethieren und beim Menschen gesehen, stimmen die sympathischen Ganglien mit denen der Rückenmarksnerven insofern überein, als sie vorwiegend unipolare, seltener bipolare Zellen enthalten, weichen jedoch darin ab, dass in ihnen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge sich finden und die entspringenden Ganglienfasern ohne Ausnahme von den feinsten sind, welche in peripherischen Nerven vorkommen, und wahrscheinlich in den meisten Fällen in verschiedenen Richtungen aus den Ganglien heraustreten. — An ein topographisches Verfolgen der verschiedenen Fasern im Grenzstrange mit Bezug auf den Ursprung derselben von bestimmten *Rami communicantes*, und Ganglien und ihren Abgang in bestimmte peripherische Zweige ist, wenn mehr als das schon Mitgetheilte gefordert wird, vorläufig noch gar nicht zu denken und bleibt diese Aufgabe der Zukunft vorbehalten.

Man hat behauptet, dass die kleineren Zellen in den Ganglien des *Sympathicus* von den grösseren, in den Spinalganglien z. B., verschieden seien und auch nur mit feinen Nervenröhren in Verbindung stehen *(Robin)*, allein dies ist, wie sich schon zum Theil aus den Beobachtungen von Wagner und Stannius ergibt, nicht richtig, denn man findet 1) in den Ganglien der Kopf- und Spinalnerven der Säugethiere und des Menschen alle Uebergänge zwischen grösseren und kleineren Kugeln und trifft auch in sympathischen Knoten hie und da, obschon selten, grössere Zellen

bis zu 0,03''', und überzeugt sich 2) auch, dass der Durchmesser der in den erstgenannten Ganglien entspringenden Nervenfasern sich durchaus nicht nach dem der Zellen richtet, indem alle Ganglienfasern derselben so ziemlich dieselbe Breite besitzen, was auch bei den bipolaren Zellen der Fische sich bestätigt, bei denen oft die eine abgehende Faser bedeutend, bei *Petromyzon* nach *Stannius* selbst 6 mal dicker als die andere ist. Wollte man etwa gar die kleinen Zellen als nur dem *Sympathicus* eigenthümlich ansehen, so müsste ich, wie schon früher bei den Nervenfasern, bemerken, dass abgesehen von den Ganglien der Wurzeln der Kopf- und Marknerven, kleine Nervenzellen auch an Orten vorkommen, wo an den *Sympathicus* nicht zu denken ist, wie im Mark und Hirn und, wenn man Beispiele von peripherischen Nerven wünscht, in der *Retina* und in der Schnecke. Immerhin ist so viel sicher, dass die Knoten der Ganglennerven constant kleinere Ganglienzellen haben und dass die von diesen entspringenden Röhren nur feine sind.

Bidder und *Volkmann* haben beim Frosch nachgewiesen, dass die *Rami communicantes* in der Mehrzahl ihrer Fasern mit den Rückenmarksnerven peripherisch sich ausbreiten, und nur einem kleineren Theile zufolge, der noch dazu von den Spinalganglien abgeleitet wird, als Wurzeln des *Sympathicus* anzusehen sind. Ich glaube jedoch gesehen zu haben, dass bei Kaninchen und beim Menschen die *Rami communicantes* vorwiegend central verlaufen. Doch finden sich beim Menschen sehr häufig, nach *Luschka* immer, auch Fasern, die als Aeste des *Sympathicus* zu der peripherischen Ausbreitung der Spinalnerven anzusehen sind, von denen dann auch Aestchen zu Nerven der Wirbel abgehen, über welche Verhältnisse die ausführlicheren Mittheilungen von mir *(Mikr. Anat. II.* 1, St. 525) und namentlich von *Luschka (Nerven des Wirbelcanals,* St. 10 flgde.) nachzulesen sind.

Was die Frage anlangt, woher die Fasern abstammen, die aus den Rückenmarksnerven in den Grenzstrang übergehen, so ist sicher, dass der von der motorischen Wurzel abstammende Theil der *Rami comm.*, der nach *Luschka* immer ein weisser Faden ist, vom Marke, (resp. Gehirn) selbst seinen Ursprung nimmt, was jedoch den anderen von der sensiblen Wurzel abgehenden betrifft, so könnte derselbe theilweise oder ganz aus im Ganglion entsprungenen Fasern sich bilden. Das letztere erscheint jedoch aus zwei Ursachen unwahrscheinlich, 1) weil dann das Zustandekommen bewusster Empfindungen von den vom *Sympathicus* versorgten Theilen her kaum zu begreifen wäre und 2) weil die in den Spinalganglien entspringenden Fasern mitteldicke sind, in den *Rami comm.* dagegen im Ganzen nur wenige solche Fasern vorkommen, die ohnedem auf Rechnung der motorischen Wurzel zu setzen sind. —

Es ist hier der Ort, noch etwas über die feinen Fasern der Ganglennerven zu bemerken. Man weiss schon seit längerer Zeit, dass der *Sympathicus* vorwiegend dünnere Nervenfasern führt als die Cerebrospinalnerven, allein erst im Jahre 1842 haben *Bidder* und *Volkmann* zu zeigen sich bemüht, dass dieselben nicht bloss dünner, sondern auch sonst anatomisch verschieden seien, wesshalb sie dieselben gegenüber den dicken Röhren der Cerebrospinalnerven sympathische Nervenfasern nannten. Im Gegensatze hierzu versuchten *Valentin (Repert.* 1843, St. 103) und ich *(Symp.* St. 10 u. flgde.) darzuthun, dass die feinen Fasern im *Sympathicus* keine besondere Faserclasse ausmachen, was uns auch, wie ich glaube, so ziemlich gelungen ist. Die Hauptgründe sind die: 1) Feine und dicke Nervenröhren sind an und für sich, den Durchmesser abgerechnet, in keinem wesentlichen Punkte verschieden und zeigen die zahlreichsten Uebergänge. 2) Ausser im *Sympathicus* kommen feine Nervenröhren mit wesentlich denselben Characteren, wie die sogenannten sympathischen, auch noch an vielen andern Orten vor. So beim Menschen und den Säugethieren in den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und in denen der sensitiven Kopfnerven, wo, wie ich schon oben zeigte, an eine Abstammung der Fasern vom *Sympathicus* auch nicht von ferne zu denken ist und wir eben nur feine Cerebrospinalfasern vor uns haben; ähnliche Röhren enthält das Mark und Gehirn zu Tausenden und ebenso die zwei höheren Sinnesnerven. 3) Alle dicken Nervenfasern verschmälern

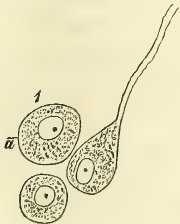
sich bei ihrer Endausbreitung durch Theilung oder directe Abnahme so, dass sie schliesslich den Durchmesser und die Natur der feinen und feinsten Röhren annehmen. 4) Alle dicken Nervenröhren sind während ihrer Entwicklung einmal genau so beschaffen, wie die sogenannten sympathischen Fasern. — Aus diesen Thatsachen ergibt sich wohl mit Sicherheit, dass es unmöglich ist, die dünnen Röhren des *Sympathicus* für etwas nur ihm eigenthümliches, ganz besonderes zu halten und dass es überhaupt nicht angeht, vom anatomischen Standpunkte aus die Fasern nach ihren Durchmessern einzutheilen, da ja sehr viele Fasern während ihres Verlaufes alle möglichen Dicken annehmen. Immerhin wird man die grosse Zahl sehr dünner blasser Röhren im *Sympathicus* auch von Seiten der Anatomie hervorheben können, wie man dies ja auch bei den höheren Sinnesnerven und der grauen Substanz thut, und was das Physiologische betrifft, so bin ich zwar nicht der Meinung, dass die Feinheit der Röhren im *Sympathicus* etwas ganz Besonderes, anderwärts nicht Vorkommendes bedeutet, wohl aber dass dieselbe hier und wo sie sonst noch getroffen wird, allerdings mit einer bestimmten Art der Verrichtung zusammenhängt.

§. 125.

Peripherische Ausbreitung der Gangliennerven. Aus dem Grenzstrange des *Sympathicus* entspringen die zur Peripherie sich begebenden Zweige, die ohne Ausnahme feinere und dicke Röhren aus demselben aufnehmen, aber ausserdem, wenigstens zum Theil, noch besondere Elemente führen, denen sie ihr verschiedenes Aussehen verdanken. Die einen derselben nämlich sind weiss, wie der Stamm an den meisten Orten, so die *N. splanchnici*, andere grauweiss wie die *Nervi intestinales*, die Nerven des nicht schwangeren Uterus (*Remak Darmnervensystem* St. 30), noch andere grau und zugleich minder derb anzufühlen, wie der *N. caroticus internus*, die *N. carotici externi s. molles*, die *NN. cardiaci*, die Gefässäste überhaupt, die die grossen Ganglien und *Plexus* der Unterleibshöhle verbindenden Zweige, die in die Drüsen eingehenden Aeste, die Beckengeflechte. Das besondere Verhalten der letzteren Nerven beruht zum Theil auf der blasseren Farbe der feinen Fasern des *Sympathicus* selbst, grösstentheils jedoch auf der Anwesenheit der nach ihrem Entdecker sogenannten *Remak*'schen Fasern (gelatinöse Fasern *Henle*) die man anfänglich für eine Art Nervenröhren hielt und von denen jetzt noch einige sich nicht überzeugen können, dass dieselben nur eine Art Bindegewebe sind. Dieselben sind bald leichter isolirbar, bald mehr zu einer compacten Masse vereint ähnlich dem homogenen Bindegewebe. Im erstern Fall erscheinen sie als platte blasse Fasern von 0,0015 — 0,0025''' Breite, 0,0006''' Dicke, mit undeutlich streifiger, granulirter oder mehr homogener Substanz, die gegen verdünnte organische Säuren gerade wie Bindegewebe sich verhalten und von Stelle zu Stelle meist längliche oder spindelförmige 0,003 — 0,007''' lange, 0,002 — 0,003''' breite Kerne besitzen. Diese Fasern nun finden sich in fast allen grauen Theilen der Gangliennerven (ich vermisse dieselben in vielen Theilen der Beckengeflechte des Menschen, wo an ihrer Stelle ein kernloses reichliches Bindegewebe sich zeigt, doch sollen sie nach *Remak* in den Nerven des schwangeren Uterus reichlich sein [*Darmnervens.* St. 30]) in sehr grosser

Menge, so dass sie die dunkelrandigen ächten Nervenröhren um das 3—10fache und noch mehr an Zahl übertreffen. Meist bilden sie die eigentliche Grundlage dieser Stränge und mitten durch sie ziehen dann, bald mehr isolirt, bald in grösseren oder kleineren Bündeln beisammen, die dunkelrandigen Röhren, seltener und nur in der Nähe und in den Ganglien selbst erscheinen sie als Hülle einzelner der feinsten Röhren. — Ausser durch diese *Remak*'schen Fasern ist die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* noch und vor Allem durch eine grosse Zahl von Ganglien ausgezeichnet. Dieselben sitzen grösser oder kleiner, selbst mikroskopisch, an den Stämmen oder Endigungen und zwar die mikroskopischen, so viel man bisher weiss, an den *Nervi carotici,* im *Plexus pharyngeus,* im Herzen, an der Lungenwurzel und in den Lungen, an den Nebennieren, in den Lymphdrüsen, in den Nieren des Menschen hie und da, an der hinteren Wand der Harnblase, in der Muskelsubstanz des *Collum uteri* des Schweines, an den *Plexus cavernosi,* und sollen in Bezug auf ihre Ausbreitung bei den Eingeweiden näher besprochen werden. Hier will ich im Allgemeinen von ihnen bemerken, dass sie in Bezug auf die Grösse und Gestalt der Ganglienzellen und auf den Ursprung feiner Fasern ganz wie die Grenzstrangganglien sich verhalten. In Bezug auf den letzten Punkt mag namentlich hervorgehoben werden, dass an Einem Orte das Entspringen von Nervenfasern von unipolaren Zellen und die Seltenheit der doppelten Faserursprünge besonders schön zu beobachten ist, nämlich in der Scheidewand des Froschherzens (Fig. 163), wo auch R. Wagner ihr Vorkommen zugibt. Mithin sind auch diese Ganglien Quellen von Nervenfasern und die austretenden Aeste immer reicher an solchen als die Wurzeln, vorausgesetzt, dass die Fasern nur nach einer Richtung austreten, was wohl an den meisten Orten der Fall sein möchte. — Auch davon überzeugt man sich hier aufs leichteste, dass viele Zellen apolar ohne Ursprünge sind (Fig. 163), am besten wiederum an den Herzganglien und an kleinen Ganglien an der Wand der Harnblase von Bombinator, bei denen, wie auch bei ähnlichen Ganglien des Frosches die Verhältnisse möglichst klar vor Augen liegen.

Fig. 163.



Wie die aus diesen verschiedenen Localitäten, den *Rami communicantes*, den Grenzstrangknoten und den peripherischen Ganglien, entspringenden Nervenröhren in ihrer Endausbreitung sich verhalten, ist annoch sehr zweifelhaft. Manche peripherische Aeste anastomosiren mit anderen Nerven und entziehen sich so jeglicher weiteren Nachforschung, so die *Nervi carotici externi* und *internus,* von denen ich den letztern, der fast nur feine Fasern und viele *Remak*'sche Fasern führt, nicht im gewöhnlichen Sinne als Wurzel, sondern als einen aus dem *G. cervicale supremum* und vielleicht den andern Halsganglien entstandenen Ast ansehe; ferner die

Fig. 163. Ganglienkugeln aus den Herzganglien des Frosches 350 mal vergr., eine mit einer entspringenden Nervenröhre.

R. comm., wenn wirklich einzelne Fasern derselben peripherisch an die Spinalnerven sich anschliessen, die *Rami cardiaci*, *pulmonales* etc. Andere Aeste werden in den Parenchymen der Organe so fein, dass man ihnen unmöglich weit nachgehen kann. Was bis jetzt über den endlichen Verlauf constatirt ist, ist folgendes: 1) Es kommen in den Stämmen und Endausbreitungen des *Sympathicus* Theilungen vor, so an den Nerven der Milz, der Pacinischen Körperchen im *Mesenterium*, an den Nerven, die die Gefässe des *Mesenterium* des Frosches begleiten, an denen seitlich am Uterus von Nagethieren, der Lunge und des Magens des Frosches und Kaninchens, der *Dura mater* an den *Arteriae meningeae*, in Aesten des *Sympathicus* des Störes, an den Herznerven der Amphibien, an den Nerven der Harnblase von Kaninchen und Mäusen. 2) Es finden sich freie Endigungen der Nerven, so in den genannten Pacinischen Körperchen und an den Gefässen des Froschmesenterium. 3) Es verschmälern sich auch die dickeren Röhren des *Sympathicus* schliesslich so, dass sie zu feinen werden, wie an den *Rami intestinales*, *lienales* und *hepatici* leicht zu sehen ist, die zwar noch im Innern der genannten Organe einzelne stärkere Nervenröhren enthalten, schliesslich jedoch dieselben verlieren. — Die eigentlichen Endigungen in den Organen selbst, in Herz, Lunge, Magen, Darm, Niere, Milz, Leber, Uterus u. s. w. sind dagegen noch gar nicht erkannt, doch lässt sich aus der Unmöglichkeit in den letzten Ausbreitungsbezirken dieser Nerven dunkelrandige Röhren zu finden, vermuthen, dass dieselben fast überall in marklose, embryonale Fasern ausgehen. In der That habe ich wenigstens bisher mich vergeblich bemüht, denselben auf die Spur zu kommen. *Schaffner* will im Herzen von *Bombinator* das Auslaufen der dunklen Röhren in feinste, blasse, anastomosirende Fäserchen gesehen haben, während *Pappenheim* (l. c.) an den Nierennerven Schlingen beschreibt.

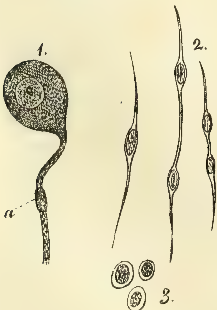
Was die Bedeutung der *Remak*'schen Fasern anlangt, so neigen sich in der neuesten Zeit die meisten Forscher zu der zuerst von *Valentin* (*Repert.* 1838. S. 72. *Müll. Arch.* 1839. S. 107) vertheidigten Ansicht, dass dieselben keine Nervenröhren seien sondern zum Bindegewebe der Nerven zählen, während *Remak* immer noch an seiner früheren Ansicht, dass dieselben wenigstens zum Theil Nervenfasern seien oder sein können, festhalten zu müssen glaubt (*Darmnervensystem* St. 30). Was mich betrifft, so erkenne ich zwar vollkommen den Werth der von diesem Forscher vorgebrachten Gründe an, die sich vorzüglich auf die Aehnlichkeit der fraglichen Fasern und der embryonalen blassen Nervenfasern, sowie darauf stützen, dass auch beim Erwachsenen im *Olfactorius* kernhaltige Nervenfasern vorkommen, muss jedoch nichtsdestoweniger immer noch wie früher vollkommen an *Valentin* mich anschliessen, wie es auch *Bidder* und *Volkmann* und viele andere gethan. Meine Gründe sind vorzüglich folgende: 1) Die *Remak*'schen Fasern gehen, wie sehr leicht nachzuweisen ist, von den Scheiden der Ganglienkugeln der sympathischen Ganglien aus und setzen sich, die von diesen entspringenden Nervenröhren umhüllend, in die Nervenstämme fort. Da nun diese Scheiden sicherlich eine Art Bindegewebe sind, wie auch die Spinalganglien lehren, wo dieselben in ganz ähnlicher Weise nur spärlicher und, ohne in die Nerven überzugehen, sich finden, so können auch die *Remak*'schen Fasern kaum etwas anderes sein. 2) Den *Remak*'schen Fasern ganz ähn-

liche kernhaltige Fasern zeigen auch die feinsten Zweige der Spinalnerven, z. B. die an die Haut tretenden u. s. w., bei denen, da sie in den Stämmen fehlen, auch nicht von ferne an Nervenfasern zu denken ist. 3) Die Menge der *Remak*'schen Fasern nimmt gegen die feinsten Ausbreitungen immer ab, was nicht der Fall sein könnte, wenn sie Nerven wären. Es ist zwar nicht ganz richtig wenn *Valentin* angibt, dass sie in den feineren Intestinalnerven nicht mehr vorkommen, denn hier sind dieselben allerdings noch vorhanden, aber viel spärlicher als in den Stämmen und erst bei Compression zum Vorschein zu bringen. Auch an den Herznerven der Säuger sind sie nach *Remak* (*Müll. Arch.* 1844. St. 464) noch vorhanden, jedoch so viel ich sehe, nur in der Nähe der Ganglien. — Gestützt auf dieses bin ich immer noch der bestimmten Ansicht, dass die kernhaltigen Fasern im *Sympathicus* erwachsener Säuger eine Form des Neurilems sind, will jedoch auch nicht unterlassen zu bemerken, dass ich es für ganz unmöglich halte, in unentwickelten Nerven zu unterscheiden, was Neurilem, was junge Nervenfasern sind. So trifft man bei 2 – 6 Monate alten Kaninchen in *N. caroticus internus* nicht Eine entwickelte Nervenfaser und scheinbar nichts als *Remak*'sche Fasern, obschon ganz sicher neben solchen auch die Anlagen der späteren zahlreichen dunkelrandigen Röhren da sind. So zeigen die Milznerven des Kalbes noch in den Enden viele kernhaltige Fasern (siehe *Cyclopaed. of Anat.* III. pg. 795. Figg. 539 und 540), welche vielleicht später zu Nervenröhren werden. Bei jungen Thieren muss man mithin nicht einen Entscheid zu geben versuchen. Bei alten Geschöpfen ist es dagegen anders. Hier kann eine kernhaltige Faser nur dann für eine Nervenfaser gehalten werden, wenn sie in eine dunkelrandige Röhre oder zu einem eigentlichen Fortsatze einer Ganglienkugel sich verfolgen lässt und dies ist, wie wir sahen, bei denen des *Sympathicus* nicht der Fall. — Noch mag bemerkt werden, dass auch in den Ganglien des Grenzstranges *Remak*'sche Fasern sich finden, die jedoch meist nicht weit über dieselben hinaus sich erstrecken, so dass der Stamm gewöhnlich nicht viele derselben enthält.

§. 126.

Entwicklung der Elemente des Nervensystems. Die Nervenzellen sind, wo sie auch vorkommen, nichts als Umwandlungen der sogenannten Embryonalzellen, welche die einen einfach sich vergrössern, die andern auch in eine verschiedene Zahl von Fortsätzen auswachsen, und zum Theil wenigstens mit Nervenfasern sich in Verbindung setzen.

Fig. 164.



Manche Nervenzellen scheinen auch später durch Theilung sich zu vermehren, wenigstens weiss ich das häufige Vorkommen von zwei Kernen in den Nervenzellen junger Thiere, besonders in den Ganglien und von verschiedenen Beobachtern gesehene, durch Verbindungsfäden zusammenhängende Zellen nicht anders deuten.

Die peripherischen Nervenröhren entstehen alle an Ort und Stelle, entwickeln sich jedoch so weiter, dass immer die centralen Enden den

Fig. 164. 1. Ganglienkugel aus einem *Ganglion spinale* eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo. *a.* Kern in dem blassen Fortsatz der Zelle. 2. Sich entwickelnde Nervenröhren aus dem Gehirn eines zwei Monate alten menschlichen Embryo. 3. Zellen aus der grauen Hirnsubstanz desselben Embryo.

peripherischen voran sind. Mit Ausnahme der Nervenenden entwickeln sich dieselben aus spindelförmigen kernhaltigen Zellen, welche nichts anderes als Modificationen der ursprünglichen Bildungszellen der Embryonen sind, und zu blassen, platten, langen, kernhaltigen Röhren oder Fasern von 0,001—0,003''' Breite sich verbinden. Anfangs nun bestehen die Nerven nur aus solchen Fasern und aus den Anlagen des Neurilems und sind grau oder mattweiss, wie sympathische Fäden, später, bei menschlichen Embryonen vom vierten oder fünften Monate an, werden sie immer weisslicher und entwickelt sich in ihren Fasern die eigentliche weisse oder Marksubstanz immer mehr. Von den drei in Betreff der Bildung derselben von *Schwann* aufgestellten Möglichkeiten kann nach dem jetzigen Stand der Dinge nur noch eine in Frage kommen, nämlich die, ob die Markscheide ein zwischen die Hülle und den Inhalt der embryonalen kernhaltigen Fasern abgelagertes Gebilde sei, in welchem Falle dann der Inhalt der letztern zur Axenfaser würde. Ausserdem könnte die Markscheide aber auch, woran *Schwann* nicht gedacht hat, durch eine chemische Umwandlung des äusseren Theiles des Inhaltes der embryonalen Fasern entstehen und die Axenfaser nur der nicht fettig metamorphosirte Rest derselben sein. Welche von diesen beiden Anschauungsweisen die richtige ist, ist schwer zu bestimmen. Die directe Beobachtung ergibt nur so viel, dass der Inhalt der blassen embryonalen Röhren nach und nach immer dunklere Contouren erhält und schliesslich wie eine ächte dunkelrandige Faser erscheint, lehrt dagegen über die eigentliche Entstehung der weissen Substanz nichts. Da man jedoch nachweisen kann, dass die Fasern, indem sie so sich verändern, ihren Durchmesser nicht wechseln, so möchte die von mir aufgestellte Vermuthung doch als die richtigere erscheinen.

Die Entwicklung der Nervenendigungen, die in einiger Beziehung anders sich zu verhalten scheint, als die der Nervenstämme, kann, wie ich gezeigt habe (*Annal. d. sc. nat.* 1846, pg. 102. Tab. 6. 7.) im Schwanze der Larven nackter Amphiphien mit Leichtigkeit verfolgt werden (Fig. 165, 3. Fig. 166). Hier finden sich, wie schon *Schwann* meldet (pg. 177), als erste Anlage der Nerven blasse, verästelte, 0,001 — 0,002'''

Fig. 165.

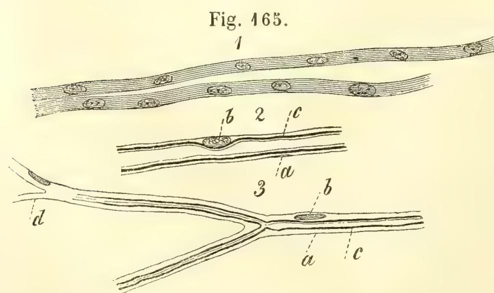
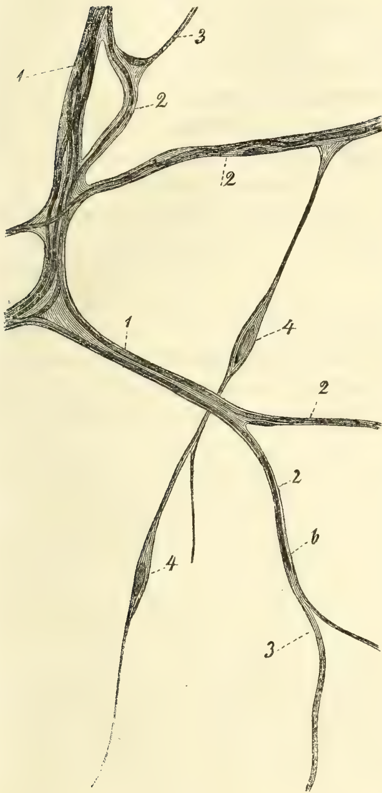


Fig. 165. 1. Zwei Nervenfasern aus den *Nervus ischiadicus* eines 16 Wochen alten Embryo. 2. Nervenröhren von einem neugeborenen Kaninchen; *a*. Hülle derselben, *b*. Kern, *c*. Markscheide. 3. Nervenfaser aus dem Schwanze einer Froschlarve, *a. b. c.* wie vorhin. Bei *d*. ist die Faser noch von embryonalem Charakter; die dunkelrandige Faser zeigt eine Theilung.



messende Fasern, die stellenweise anastomosiren und Alle schliesslich in feinste Fäserchen von 0,0002—0,0004''' frei ausgehen. Es hat nicht die geringsten Schwierigkeiten zu zeigen, dass diese Fasern durch Verschmelzung spindelförmiger oder sternförmiger Zellen entstehen, denn man sieht erstens solche Zellen theils noch für sich dicht an denselben anliegen, theils mehr oder weniger mit ihren Ausläufern verbunden, und findet zweitens an den etwas angeschwollenen Theilungsstellen der Fasern deutliche Zellenkerne und, wenigstens bei jungen Larven, neben denselben die bekannten eckigen Dotterkörperchen, die anfänglich alle Zellen der Embryonen erfüllen. Anfänglich nun ist die Zahl der blassen embryonalen Nerven sehr gering und beschränkt sich auf einige kurze, dicht neben der Muskulatur des Schwanzes gelegene Stämme, nach und nach aber entwickeln sich dieselben in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie weiter in die durchsichtigen Theile der Schwänze hinein, dadurch dass immer neue Zellen mit den vorhandenen Stämmen sich verbinden, während diese auch selbst fast wie die Capillaren derselben Larven durch zarte Ausläufer direct sich vereinen. — Sind diese feinen Verästelungen, über deren nervöse Bedeutung keine Zweifel obwalten können, wenn man sieht, dass die Larven, die sie führen, schon sehr lebhaft empfinden, einmal angelegt, so zeigen sie dann auch folgende weitere Veränderungen. Indem die Fasern allmälig zum zwei- bis vierfachen ihres ursprünglichen Durchmessers sich verdicken, entwickeln sie nach und nach, und zwar von den Stämmen nach den Aesten zu, dunkelrandige feine Primitivfasern in sich, die auf keinen Fall etwa immer neu hinzukommenden Markscheiden ihren Ursprung verdanken, sondern ganz

Fig. 166. Nerven aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350mal vergr. 1. Embryonale Nervenfasern, in denen sich mehr als eine dunkelrandige Röhre entwickelt hat. 2. Solche, die nur Eine solche enthalten, die in der einen Faser bei *b* aufhört. 3. Embryonale blasse Fasern. 4. Untereinander und mit einer fertigen Nervenfaser verbundene spindelförmige Zellen.

bestimmt nur durch die Metamorphose eines Theiles des Inhaltes der blassen Fasern sich bilden. Auffallend sind jedoch hierbei folgende, bei höheren Thieren noch nicht gesehene Verhältnisse. 1) Wo eine blasse embryonale Faser gabelförmig sich spaltet, bildet sich hie und da, obschon nicht immer, auch eine Theilung der in ihr sich entwickelnden dunkelrandigen Röhre aus. 2) Die dunkelrandigen Röhren erfüllen die blassen Fasern, in denen sie entstehen, fast nie ganz, sondern meist bleibt ein Zwischenraum, häufig von demselben Durchmesser, den sie selbst darbieten, zwischen ihnen und der Hülle der embryonalen Fasern übrig, in welchem dann hie und da die Kerne der ursprünglichen Bildungszellen zu sehen sind. 3) In den Stämmen und Hauptästen der embryonalen Fasern entwickeln sich ganz unzweifelhaft mehrere (2—4) dunkelrandige Röhren innerhalb einer und derselben embryonalen Faser, ein sehr merkwürdiges Verhalten, das beweist, dass es auch dunkelrandige Röhren ohne structurlose Scheide gibt (vergl. St. 266), und welches an die Muskelbündel erinnert, bei denen ebenfalls innerhalb einer Röhre eine Mehrzahl von feineren Elementen entstehen. — Da die Schwänze der Froschlarven später abfallen, so kann man leider ihre interessanten Nerven nicht bis zu einer solchen Vollendung verfolgen, wie die anderer Orte. Doch sieht man bei den ältesten Larven, dass dieselben etwas dicker sind als anfänglich und an der Peripherie theils mit Schlingen, theils mit freien Enden ausgehen, so jedoch, dass die anfänglichen blassen Fasern immer noch da sind und von den dunkelrandigen ausgehend eine feinste letzte Nervenausbreitung mit Anastomosen und freien Enden bilden.

Ich hätte nicht so lange bei den Nerven der Froschlarven verweilt, wenn nicht ähnliche Verhältnisse höchst wahrscheinlich noch bei vielen andern Nervenendigungen sich finden. Sicher ist dies für diejenigen der electrischen Organe der Rochen, die selbst entwickelt in Vielem mit denen älterer Froschlarven übereinstimmen und, wie *Ecker* neulich gezeigt hat (*Zeitschrift für wiss. Zoologie* 1849. St. 38), gerade ebenso sich entwickeln. Auch die Nerven in der Haut der Maus (siehe oben St. 321) gehören offenbar hierher und so möchte die Zukunft lehren, dass überall, wo peripherisch Nerventheilungen sich finden, die Entwicklung im Wesentlichen ebenso vor sich geht, wie ich es hier beschrieben.

Ueber die Entwicklung der Nervenfasern in den Centralorganen besitzen wir nur wenige Untersuchungen. Von denen der Ganglien kann ich nur so viel sagen, dass sie sich später entwickeln als die der Nerven und wahrscheinlich aus kleineren, spindelförmigen Zellen, die man neben den Ganglienkugeln sieht. Einmal sah ich auch in einem Spinalganglion eines 4monatlichen menschlichen Embryo eine solche Zelle mit dem Ausläufer einer Ganglienkugel in Verbindung (Fig. 164). Die Bildung der Fasern im Mark und Hirn ist äusserst schwierig zu erforschen und kommt man mit Chromsäure noch am weitesten. Bei menschlichen Embryonen finde ich schon am Ende des zweiten Monates die Bildung der fraglichen Röhren eingeleitet, indem die weisse Substanz deutlich fein-

streifig ist und stellenweise nachweisbar spindelförmige sehr zarte Zellen, z. Th. isolirt für sich, z. Th. zu zweien, dreien und auch mehreren verbunden enthält (Fig. 164). Alle diese Zellen sind anfangs blass, umschliessen den 0,002—0,003''' grossen Kern ganz dicht und haben Ausläufer nahe zu so fein, wie Bindegewebsfibrillen. Im vierten Monate, wo die Differenz der zweierlei Substanzen ganz deutlich ist, erkennt man in den nun breiteren Fasern zum Theil immer noch Kerne, zum Theil sind dieselben verschwunden, ohne dass die Fasern dunkle Contouren darböten, welche erst nach der Mitte des Fötallebens (bei Rindsembryonen bei solchen von mehr als 12'' Länge *Valentin)* und zwar im Marke zuerst sich entwickeln.

Mit Bezug auf die späteren Veränderungen der Nervenröhren ist schon bemerkt worden, dass dieselben zum Theil sehr beträchtlich an Dicke zunehmen. Nach *Harting* (l. c. pg. 75) messen die noch nicht dunkelcontourirten Nervenfasern des *Medianus* eines 4monatlichen menschlichen Fötus im Mittel 3,4^{mm}, bei einem Neugeborenen 10,4^{mm}, beim Erwachsenen 16,6^{mm}. Die Dickenzunahme der Nerven selbst scheint nach *Harting* vom vierten Monate an einzig und allein auf Rechnung der Vergrösserung der schon vorhandenen Elemente zu kommen, da schon der Fötus und Neugeborene dieselbe Zahl von Primitivfasern besitzen, wie der Erwachsene.

Noch mag erwähnt werden, dass von den Nervenelementen äusserst wenige pathologische Veränderungen bekannt sind. In den Nervenzellen des Gehirnes werden besonders im Alter die Pigmentablagerungen excessiv und treten auch Fettablagerungen auf (*Virchow*, *Archiv* I, 1). Eine Regeneration von Ganglienkugeln glaubt *Valentin* beim *Ganglion cervicale supr.* des Kaninchens gesehen zu haben. Nervenröhren werden leicht zerstört, so durch Blutergüsse, Geschwülste, bei Erweichungen, durch Fibroide u. s. w., in welchen Fällen das Mark in grössere oder kleinere, sehr verschieden gestaltete, geronnene oder flüssige Massen zerfällt, die Axenfasern dagegen zu verschwinden scheinen. In atrophischen Nerven findet man die Nervenröhren dünner, leicht zerfallend, statt des Markes zum Theil mit kleinen Fettmolekülen oft ganz erfüllt, wie es *Virchow* einmal an einem menschlichen *Opticus,* ich an Froschnerven sah. Durchschnittene Nerven heilen leicht zusammen, ja es ersetzen sich selbst ausgeschnittene Stücke peripherischer Nerven von 8—12''' Länge durch wahres Nervengewebe *(Bidder* l. c. pg. 65, *Valentin, de funct. nerv.* pg. 159, §. 323 und *Phys.* 2. Aufl. I. 2, 716). Tritt die Heilung eines durchschnittenen Nerven nicht ein, so verändert sich das peripherische Ende nach und nach zugleich mit dem Erlöschen der Nerventhätigkeit in bestimmter Weise. Die Nervenröhren im Ganzen werden gelblich, weich, leicht zerreissbar, das quergebänderte Ansehen und ihr Glanz geht verloren. Die Nervenröhren selbst haben keine Spur mehr von doppelten Contouren, ihr Mark ist ganz geronnen, die Breite oft sehr verschieden *(Stannius* in *Müll. Arch.* 1847, St. 452). Ob auch die Axenfasern sich verändern, ist leider nicht angegeben. Nach *Brown-Séquard* heilten bei Kaninchen selbst Schnittwunden des Rückenmarks zusammen. — Hypertrophien der Nervensubstanz selbst sind nicht bekannt, wohl aber solche des Neurilemes. Eine Neubildung von feinen Nerven sah *Virchow* in pleuritischen und peritonealen Adhäsionen, auch scheint nach ihm graue Nervensubstanz an den Wänden der Hirnhöhlen sich bilden zu können.

§. 127.

Die **Verrichtungen** des Nervensystemes anlangend, so mögen hier folgende, an die anatomischen Thatsachen unmittelbar sich anknüpfende Bemerkungen hinreichen. Was die beiden Elementartheile des Nervensystemes betrifft, so lehrt die anatomische Untersuchung dass alle Abschnitte des Nervensystemes, welche den höheren Functionen desselben vorstehen, auch graue Substanz in grösserer oder geringerer Menge enthalten, so der *Sympathicus,* die Ganglien der Spinal- und Hirnnerven, dann das Mark und Gehirn, während die nur als Leitungsapparate wirkenden Nerven nur Nervenröhren führen. Diese Bedeutung der grauen Substanz angenommen, so frägt sich weiter, zeigt dieselbe wie in ihren Functionen, so auch in ihrem Bau Verschiedenheiten. Ich mache in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam. Die grössten Ganglienkugeln finden sich an Orten, von denen motorische Effecte ausgehen, so in den vorderen Hörnern des Markes zwischen den Fasern der vorderen Wurzeln, in dem verlängerten Marke an den Ursprüngen der motorischen Hirnnerven, in der Rinde des kleinen Gehirnes, im *Pons Varoli*, in den Hirnstielen, wogegen die kleinsten Zellen in den sensiblen Regionen, wie in den hinteren Hörnern des Markes, den *Corpora restiformia*, den Vierhügeln ihre Stelle haben. Eine constante Beziehung zwischen der Grösse der Zellen und den sensiblen und motorischen Functionen scheint jedoch nicht da zu sein, denn in den Ganglien der Cerebrospinalnerven und des *Sympathicus* und im Sehhügel entspringen beiderlei Fasern hier von kleineren, dort von grösseren Zellen. Es scheint demnach wie bei den Nervenröhren grosse und kleine motorische Zellen und ebenso sensible Zellen von verschiedenen Dimensionen zu geben, was auch die vergleichende Anatomie bestätigt, indem die bipolaren grossen Zellen bei Fischen offenbar sensible sind. Ein wesentlicher Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Zellen, mögen dieselben nun von gleicher oder verschiedener Grösse sein, ist nicht nachzuweisen, und namentlich sind die zwischen solchen Zellen vorkommenden Schwankungen nicht grösser als die zwischen motorischen verschiedener Localitäten. Ja selbst die Zellen der Hirnrinde, in welche die Physiologie die Seelenthätigkeiten verlegt, zeigen keine mit unsern Hülfsmitteln wahrnehmbaren Eigenthümlichkeiten. — Die Nervenzellen können auch noch eingetheilt werden in solche, welche direct mit Nervenröhren verbunden sind und in andere die für sich bestehen. Die erstern werden natürlich vorzugsweise als sensible und motorische anzusehen sein, über die letzteren gibt die Anatomie zum Theil keine Aufschlüsse, insofern sie keine Fortsätze besitzen, wie in den sympathischen Knoten und im Gehirn an einigen Orten; was die mit Ausläufern versehenen, namentlich die vielstrahligen Zellen, die an vielen Orten bestimmt nicht in Nervenröhren übergehen, anlangt, so möchte sicher sein, dass sie, die grösseren wie die kleineren, durch ihre wie Nervenröhren wirkenden Fortsätze, mögen dieselben anastomosiren oder

nicht, verschiedene Regionen der Centralorgane untereinander in Verbindung setzen und bei den Reflexerscheinungen, den Sympathien und anderweitigen Associationen der Thätigkeiten sich betheiligen. Solche Zellen enthält das Mark und das Gehirn an allen Orten in überwiegender Menge, die Ganglien dagegen nicht, womit jedoch nicht gesagt ist, dass in diesen keine Reflexe erfolgen können.

Die Nervenröhren anlangend, so ist die Anatomie nicht im Stande, Unterschiede derselben in sensiblen und motorischen Nerven aufzudecken, doch kann dies auf jeden Fall der Physiologie noch keinen Grund an die Hand geben, gleiche Functionen derselben anzunehmen. — In Betreff der verschiedenen Dicken der Nervenfasern, so sind die mehrfachen Aenderungen im Durchmesser, welche alle Röhren der Cerebrospinalnerven während ihres Verlaufes erleiden, am geeignetesten zu zeigen, dass diese Verhältnisse mit der Function der Fasern im Allgemeinen nichts zu thun haben. Nichts destoweniger schlage ich die Durchmesserverhältnisse nicht ganz gering an und namentlich scheinen mir wichtig die Verdünnungen der Röhren, wo sie durch graue Substanz ziehen (siehe oben §. 112), und ihre Verschmälerungen an den Ursprüngen und Endigungen. Die physiologische Deutung dieser Facta ist jedoch schwierig. Wären in den Nervenröhren nur die Axenfasern das Leitende und die Markscheiden eine isolirende Substanz und liesse sich nachweisen, dass an den verdünnten Stellen die Markscheiden fehlen, so liesse sich die eigenthümliche Thätigkeit der Nervenröhren an den verdünnten Stellen (die Querleitung im Mark, die Feinheit der Sensation an den Endigungen z. B.) ziemlich befriedigend deuten. Bekanntlich ist eine solche Auffassungsweise schon von verschiedenen Seiten her beliebt worden und zwar ist man bei derselben gewöhnlich von dem Gedanken an eine grosse Verwandtschaft, ja selbst Identität zwischen Electricität und Nerventhätigkeit ausgegangen und hat die fettreiche Markscheide von diesem Gesichtspunkte aus als Isolator aufgefasst. Allein 1) ist nichts weniger als bewiesen, dass in den Nerven nichts als Electricität thätig sei, und 2) von einem Fehlen der Markscheide und einem Freiliegen der Axenfaser an vielen peripherischen Enden der Nerven (Haut, Muskeln) und an den Querleitung zeigenden Theilen der Centralorgane (Rückenmark) keine Spur zu sehen. Immerhin liesse sich die Frage aufwerfen, ob nicht die Markscheide wenn auch nicht vollkommen doch wenigstens theilweise je nach ihrer Dicke mehr oder weniger isolire. Da jedoch diese Hülle nicht nur an vielen Endigungen, wo eine isolirte Leitung nicht nöthig wäre, sondern auch an andern Orten, wie bei den Wirbellosen und den Nerven von Petromyzon überhaupt, und an den sicherlich als Nervenfasern wirkenden Fortsätzen der Nervenzellen in den Centralorganen der höheren Thiere und den feinsten Nervenröhren dieser Orte (Gehirn) fehlt, so wird die Ansicht von einer solchen Wirkung derselben bei den dunkelrandigen Nerven in ihren Grundpfeilern erschüttert. Mir will es scheinen, dass die Markscheide nur eine schützende weiche Hülle für die zarte centrale

Faser darstellt. Auch bei dieser Auffassungsweise lässt sich begreifen, warum bei dunkelrandigen Nerven, wo die Markscheide schwach ist oder fehlt und die centrale Faser mehr frei liegt, die Nervenröhren leichter erregt werden und ihre Zustände sich mittheilen können, und was die blassen Nervenröhren anlangt, so hätten dieselben dann im Wesentlichen dieselbe Function wie die andern und könnte sich der Mangel der Markscheide an ihnen entweder dadurch erklären, dass sie weniger leicht erregbar sind, so bei den wirbellosen Thieren, den Cyclostomen oder dadurch, dass dieselben an Orten sich finden, wo eine schützende Hülle der Nervenröhren nicht weiter nöthig ist, wie in der *Retina*, in der Nasenschleimhaut, in der grauen Substanz, im electrischen Organe, oder selbst durch ihr Lichtbrechungsvermögen gewisse Zwecke beeinträchtigen würde, wie in der *Cornea*. — Eine ähnliche mechanische Function scheint mir auch die feine Punktmasse zu haben, die in den höheren Centralorganen so vielfach sich findet und die zartesten Nervenröhren, Zellen und Ausläufer derselben trägt.

In Betreff der bei Untersuchungen des Nervensystems anzuwendenden Methode ist in den vorhergehenden §§. schon das Hauptsächlichste angeführt worden. Ich mache hier noch einmal auf die Wichtigkeit der Chromsäurepräparate zur Erforschung des Faserverlaufes und der centralen Nervenzellen und auf das diluirte *Natron causticum* zur Auffindung der Nervenröhren in undurchsichtigen Theilen aufmerksam, ohne welche zwei Mittel sehr viele Punkte dunkel bleiben. Dann mag auch die ungemeine Geneigtheit der grauen und weissen Substanz zu Veränderungen, namentlich das leichte Abreissen der Fortsätze der Nervenzellen und das Varicöswerden, Gerinnen und Zerfallen der Nervenröhren noch einmal hervorgehoben werden. Gehirn und Mark studirt man am besten beim Menschen, die Elemente der Ganglien eben so, den Faserverlauf in denselben dagegen und die Nervenendigungen vor Allem bei kleinen Säugethieren und erst in zweiter Linie beim Menschen. Zum Aufsuchen der kleinen Ganglien im Herzen empfiehlt *Ludwig* die Behandlung mit Phosphorsäure und Jodwasserstoff-Jodlösung, letztere so verdünnt, dass sie einen Stich ins Braune hat. Für die Entwicklung eignen sich menschliche und Säugethier-Embryonen ganz gut, doch vergesse man die Batrachierlarven und bei gegebener Gelegenheit die electrischen Organe der Rochen-Embryonen nicht, bei denen die Verhältnisse weitaus am klarsten vorliegen.

Literatur der Nerven. *C. G. Ehrenberg,* Beobachtung einer bisher unerkannten Structur des Seelenorgans des Menschen. Berlin 1836; *G. Valentin,* in Müll. Arch. 1839, pg. 139; 1840, pg. 218; im Repertorium von *Valentin* 1838, pg, 77; 1840, pg. 79; 1841, pg. 96; 1843, pg. 96, und: Hirn- und Nervenlehre, Leipzig 1841; *J. E. Purkyně* im Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag, im Jahr 1837. Prag 1838, pg. 177 und in Müll. Arch. 1845, pg. 281; *R. Remak*, in Müll. Arch. 1841, pg. 506; 1844, pg. 461, Ueber ein selbständiges Darmnervensystem. Berlin 1847; *J. F. Rosenthal, De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Vratisl.* 1839; *A. W. Volkmann*, in Müll. Arch. 1838, pg. 274 und 1840, pg. 510; Art. »Nervenphysiologie« in Wagn. Handw. der Phys. II.; *F. H. Bidder* und *A. W. Volkmann*, Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen. Leipzig 1842; *Stilling* und *Wallach*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1842; *Stilling*, Ueber die *Medulla oblongata.* Erlangen 1843. Untersuchungen über den Bau und Verrichtungen des Gehirns. I. Ueber den Bau der Varolischen Brücke. Jena 1846; *A. Kölliker*, Die Selbständigkeit u. Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems

durch anatomische Untersuchungen bewiesen. Zürich 1844; *P. Savi, Études anatomiques sur le système nerveux et la Torpille. Paris* 1843. Als Anhang zu *Matteucci Traité des phénom. électr.-phys. des animaux. Paris* 1844; *R. Wagner*, Ueber den innern Bau der electrischen Organe im Zitterrochen. Göttingen 1847. Mit 1 Tafel. Sympathischer Nerv, Ganglienstruktur und Nervenendigungen in Wagner's Handb. der Phys. Lief. XIII. pg. 360. Sympathische Ganglien des Herzens. *Ibid.* pg. 452. Neurologische Untersuchungen in Götting. Nachrichten von der Univ. etc. Februar 1851, No. 14; *H. Stannius*, Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. Ferner im Archiv für phys. Heilk. 1850 und in Götting. Nachrichten 1850 No. 6—16. 1851 No. 17; *J. N. Czermák*, Ueber die Hautnerven der Frösche in Müll. Arch. 1849, pg. 252. Verästelung der Primitivfasern des *Nervus acusticus* in Zeitschrift für wiss. Zool. II. 1850, pg. 105. — Ueberdies vergleiche man die allgemeinen Werke von *Schwann, Henle, Valentin, Todd-Bowman, Bruns* und mir, die auch Abbildungen enthalten, die Jahresberichte von *Henle* und *Reichert* und die bei den Nerven der einzelnen Organe und bei den §§ citirten Schriften.

Von den Verdauungsorganen.

I. Vom Darmcanale.

§. 128.

Die Grundlage des Darmcanals wird gebildet von den sogenannten Darmhäuten. Die innerste derselben, die Schleimhaut, *Membrana mucosa*, entspricht in ihrem Bau der äussern Haut und hat wie diese 1) einen aus Zellen gebildeten gefässlosen Ueberzug: das Oberhäutchen, *Epithelium*, 2) eine aus Bindegewebe und elastischem Gewebe zusammengesetzte, Gefässe, Nerven und verschiedene Formen von kleinen Drüschen haltende und oft mit besonderen Auswüchsen (Papillen, Zotten) versehene und von glatten Muskelfasern durchzogene Grundlage, Schleimhaut im engern Sinne, und 3) eine nach aussen gelegene Lage von lockerem Bindegewebe, Unterschleimhautgewebe, *Tunica cellularis submucosa*. Die zweite Darmhaut, die Muskelhaut, *Tunica muscularis*, enthält am Anfang und Ende des Darmes in einer gewissen Ausdehnung quergestreifte Muskulatur, sonst überall glatte Muskelfasern, welche Elemente meist zwei distincte Lagen, eine äussere mit longitudinaler und eine innere mit transversaler Richtung der Fasern, seltener drei besondere Schichten bilden. Die dritte Hülle endlich, die seröse, *Tunica serosa*, findet sich nur an dem Theile des Darmes, der die Bauch- und Beckenhöhle einnimmt und ist ein zartes, durchscheinendes, nerven- und gefässarmes Häutchen mit einem Epithelium, welches das Darmrohr überzieht und mit den Wänden der Bauchhöhle und den Baucheingeweiden verbindet.

Von dem Munddarm.

A. Von der Schleimhaut der Mundhöhle.

§. 129.

Der Anfangstheil des Darmes hat so zu sagen nur Eine Hülle, die Schleimhaut, welche den die Mundhöhle begrenzenden Knochen und Muskeln mehr oder weniger fest anliegt und besonders durch ihre nicht unbeträchtliche Dicke und rothe, von der reichlichsten Gefässausbreitung herrührende Farbe, sowie durch das Vorkommen von zahlreichen Nerven und Wärzchen sich auszeichnet.

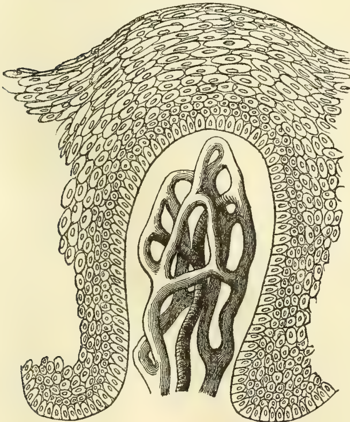
Die eigentliche Schleimhaut, obschon an den Lippen mit der Lederhaut continuirlich zusammenhängend und allmälig in sie übergehend, ist doch durchsichtiger und weicher als das *Corium,* nichtsdestoweniger aber bedeutend fest und noch dehnbarer. Dieselbe besteht wie die dünnsten Stellen der Lederhaut aus einer einzigen Schicht von 0,1—0,2‴ Dicke und besitzt an ihrer äussern Fläche eine grosse Zahl Papillen, ähnlich denen der äussern Haut, die in der Regel einfach, hie und da auch zweigetheilt (bei *Hypertrophie* auch mit noch mehr Ausläufern) und kegel- oder fadenförmig von Gestalt, 0,10—0,18‴ Länge, 0,02—0,04‴ Breite besitzen (in den Extremen 0,024—0,28‴ Länge, 0,004—0,05‴ Breite) und ohne weitere Regelmässigkeit so dicht beisammenstehen, dass ihre Grundflächen sich fast berühren und selten weiter abstehen als ihre eigene Breite beträgt. — Ausser diesen Papillen besitzt die Schleimhaut an ihrer freien Fläche die Oeffnung des *Ductus nasopalatinus* und eine grosse Zahl von Drüsenöffnungen, von denen einige auf grösseren papillenartigen Erhebungen sitzen.

Das Unterschleimhautgewebe der Mundhöhle ist von verschiedener Art. Dünn und nachgiebig mit stärkeren Gefässen und wenig Fett zeigt sich dasselbe am Boden der Mundhöhle, an der vorderen Fläche des Kehldeckels und vor Allem an den Bändchen der Lippen, der Zunge und des Kehldeckels, an welchen Theilen daher auch die *Mucosa* eine grosse Verschiebbarkeit besitzt. Kommen im submucösen Gewebe Drüsen vor, so ist dasselbe schon fester, wie an den Lippen und Wangen, oder so zu sagen ganz unverschiebbar (Zungenwurzel, weicher Gaumen), und zugleich treten dann auch, wie namentlich an den letzteren Orten, grössere Fettmassen auf. Sehr fest, derb und meist weisslich ist das submucöse Gewebe an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, wo es mit der eigentlichen Schleimhaut und dem Periost so zu sagen nur Eine Masse, das Zahnfleisch, darstellt, ferner am harten Gaumen, an dem die Schleimhaut durch eine unbewegliche, dicke fibröse Lage, die auch zum Theil Drüsen enthält, mit den Knochen verbunden ist, endlich auch an der Zunge, da wo die Papillen liegen. Hier verbindet sich die Schleimhaut aufs innigste mit der Muskulatur, indem die Ausläufer vieler Muskelfasern in sie hinein

sich erstrecken und namentlich in einer weissen, sehr festen und dicken sehnigen Lage enden, die unmittelbar an die obern Längsmuskelfasern grenzt und auch schon als *Fascia linguae* bezeichnet worden ist *(Zaglas)*.

Den feineren Bau der Mundhöhlenschleimhaut anlangend, so wiegt im submucösen Gewebe das Bindegewebe bei weitem vor, während in der eigentlichen *Mucosa* überall sehr zahlreich elastische Elemente sich finden. An beiden Orten tritt das erstere vorzüglich in Form von 0,002—0,005''' breiten, nicht netzförmig zusammenhängenden Bündeln auf, die, obschon nach den verschiedensten Richtungen durcheinanderlaufend, doch eine Art undeutlicher Schichtung zeigen. Gegen das Epithel zu ist der Filz von Bindegewebsfibrillen am dichtesten und geht schliesslich in eine mehr structurlose Lage über, die meiner Meinung nach ebenso wenig wie bei dem Corium als eine besondere Haut anzusehen ist. Auch im Innern der Papillen, mit Ausnahme derer der Zunge, ist ein faseriger Bau gewöhnlich sehr undeutlich und das Ganze mehr einer homogenen, leicht granulirten Masse gleich. — Das elastische Gewebe zeigt sich im Unterschleimhautgewebe meist nur in Gestalt von spärlichen interstitiellen und, obschon selten, auch umspinnenden feinen Fasern, hie und da jedoch mächtiger, wie im *Frenulum epiglottidis*, wo die Fasern auch stärker sind. Letzteres ist ohne Ausnahme der Fall in der eigentlichen *Mucosa*, die bis nahe an das Epithelium mitten in ihrem Bindegewebe überall sehr dichte, vielfach zusammenhängende Netze von elastischen Fäserchen oder, und dies ist die Regel, von mitteldicken elastischen Fasern von 0,001—0,0015''' enthält. Auch umspinnende elastische Fäserchen finden sich hier, obschon spärlich. Ausserdem enthält die Schleimhaut noch gewöhnliche Fettzellen, die bald in Träubchen, bald mehr isolirt, vorzüglich in der submucösen Schicht sich finden.

Fig. 167.



Die Gefässe der Schleimhaut sind äusserst zahlreich und verhalten sich wesentlich wie in der äussern Haut. Kleinere Papillen enthalten nur eine einzige Capillargefässschlinge, während in grösseren, einfachen oder ästigen, ein Netz von Capillaren zu finden ist (Fig. 167), wie namentlich am Zahnfleisch, Gaumen, der Drüsenregion der Zungenwurzel, auch an den Lippen und der unteren Seite der Zunge. Die Nerven sind schwer zu erforschen. Ganz deutlich ist unter Beiziehung von caustischen Alkalien überall ein weitmaschiges Netz der feineren und feinsten Aestchen in den äussern Schichten der

Fig. 167. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleisch eines Kindes, 250 mal vergr.

Mucosa, in dem auch stellenweise besonders schön an der vorderen Fläche der *Epiglottis* Theilungen von Nervenfasern sich nachweisen lassen, dagegen ist es oft unmöglich, in den Papillen auch nur eine Spur von Nerven zu sehen. In andern Fällen nimmt man auch in diesen, namentlich in grösseren eine oder zwei oft geschlängelte Nervenfasern von 0,02‴, später 0,0012‴ wahr, ohne im Stande zu sein, deren schliessliches Verhalten auszumitteln. An den Lippen enthalten die Papillen, wenn auch nicht bei allen Individuen, ähnliche, nur kleinere Axenkörperchen, wie die Papillen der Hand. Ebenso fand ich auch hier *Gerber*'sche Nervenknäuel (s. §. 37). Von den reichlichen Lymphgefässen der Mundhöhlenschleimhaut ist in Bezug auf den Ursprung und das Verhalten in der *Mucosa* selbst nichts bekannt.

§. 130.

Das Epithelium der Mundhöhle (Fig. 167) ist ein sogenanntes geschichtetes Pflasterepithelium, das aus vielen schichtenweise übereinanderliegenden, rundlich polygonalen, zum Theil abgeplatteten Zellen besteht. Als Ganzes aufgefasst, ist dieses Epithelium ein im Mittel 0,1—0,2‴ dickes, durchscheinendes, weissliches Häutchen von bedeutender Biegsamkeit, aber geringer Elasticität und Festigkeit, das namentlich leicht durch Maceration und Abbrühen der Schleimhaut, dann auch durch Essigsäure im Zusammenhang in grösseren Platten sich erhalten lässt. Die Elemente desselben sind durchweg kernhaltige Zellen, die in ihrer Anordnung und im Bau sehr an die der Epidermis erinnern, jedoch nicht wie hier in zwei scharf getrennte grössere Schichten zerfallen, sondern eine einzige zusammenhängende, mehr mit der Schleimschicht übereinstimmende, jedoch auch die Hornschicht vertretende Lage ausmachen. Das Verhalten der Zellen von innen nach aussen ist folgendes: Unmittelbar auf der freien Fläche der *Mucosa* und auf den Papillen sitzen mehrere Lagen kleiner Bläschen von 0,004—0,005‴ (Fig. 167), von denen die tiefsten fast ohne Ausnahme länglich und grösser sind (von 0,006—0,009‴) und senkrecht auf der Schleimhaut stehen. Dann folgen viele Schichten rundlicheckiger abgeplatteter Zellen, die von innen nach aussen ganz allmälig an Grösse und Abplattung zunehmen und auch immer deutlicher polygonal sich gestalten (Fig. 168. *b*). Zu äussert endlich

Fig. 168.

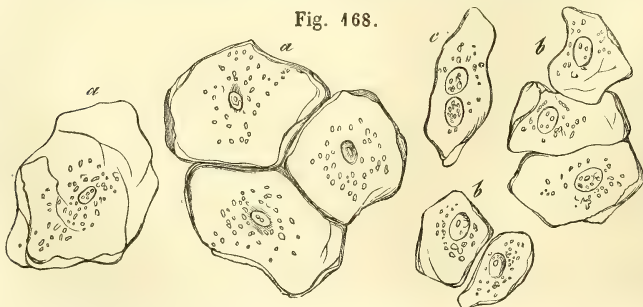


Fig. 168. Epithelialzellen der Mundhöhle des Menschen, *a.* grosse, *b.* mittlere, *c.* dieselben mit zwei Kernen, 350mal vergr.

kommen, ganz allmälig aus den tieferen Zellen sich hervorbildend, noch einige Lagen von sogenannten Epithelialplättchen (Fig. 168 *a*), d.h. ganz grosse (von 0,02 — 0,036'''), rundlicheckige Gebilde, bei denen die Abplattung so weit gediehen ist, dass dieselben den Namen von Bläschen nicht mehr verdienen.

Alle diese Zellen besitzen eine durch Alkalien und Essigsäure leicht nachzuweisende dünne Zellenmembran, einen je nach dem Grade der Abplattung in grösserer oder geringerer Menge vorhandenen hellen Inhalt häufig mit einigen Fettkörnchen und ohne Ausnahme einen Zellenkern. In den kleinsten Zellen messen die Kerne von 0,002—0,003''', sind länglichrund oder rund, meist ohne deutlichen *Nucleolus;* in den polygonalen Zellen befinden sich ohne Ausnahme sehr schöne, deutlich bläschenförmige, meist kugelrunde *Nuclei* von 0,004 — 0,006''' Grösse, mit hellem Inhalt und 1 oder 2 *Nucleoli*, zu einem oder zu zweien, in den Plättchen endlich sind die Kerne in der Rückbildung begriffen, wieder kleiner, von 0,004 — 0,005''' Länge, 0,002 — 0,0015''' Breite, meist abgeplattet und mehr homogen, ohne deutliche Höhle und *Nucleolus* oder statt desselben mit mehren Körnchen versehen. Mit Bezug auf die chemischen Verhältnisse stimmt das Pflasterepithelium der Mundhöhle nach Allem, was wir wissen, in allem Wesentlichen mit der Schleimschicht der Oberhaut und mit den untersten Hornschichtlagen überein, namentlich auch darin, dass selbst die Plättchen in Alkalien leicht aufquellen, wesshalb auf §. 45. verwiesen wird.

In physiologischer Beziehung ist von dem Epithelium der Mundhöhle besonders hervorzuheben der beständige Wechsel, dem dasselbe unterworfen ist und dann seine Beziehung zur Resorption und Secretion. Ersteres anlangend, so ist das Epithelium der Mundhöhle einer so zu sagen beständig vor sich gehenden Desquamation unterworfen, die aber eben so wenig wie bei der Oberhaut als in besonderen Lebensverhältnissen der Schleimhaut oder der Epithelialzellen begründet erscheint, vielmehr die Folge der vielfachen mechanischen Einflüsse ist, denen die Oberfläche der *Mucosa oris* beim Kauen und Sprechen namentlich unterliegt. Durch diese Einwirkungen lösen sich einerseits die obersten Plättchen immerfort ab und findet andrerseits eine ununterbrochene Regeneration des Verlornen statt, deren Auftreten ich hier gerade ebenso deuten möchte, wie ich es §. 46 bei der Epidermis und §. 64 bei den Haaren gethan. Die Art und Weise anlangend, wie das dem Gesagten zu Folge wohl immer hie und da vorhandene Wachsthum des Mundhöhlenepitheliums zu Stande kommt, so findet man auch bei und nach der reichlichsten Desquamation an der Oberfläche des Epitheliums stets ganz abgeplattete grosse Zellen, bei denen an eine Vermehrung nicht zu denken ist, nie jüngere kleinere Formationen, und es kann daher der Ersatz für das Verlorengegangene nicht etwa so geboten werden, dass an der Oberfläche des Epitheliums neue Zellen sich bilden. Dagegen weist alles darauf hin, dass derselbe in den Schichten der kleinsten Zellen vor sich geht, denn wenn auch hier von einer Bildung neuer Zellen direct nichts wahrzunehmen ist, so sind doch die Analogie mit den übrigen Epidermisgebilden, das häufige Vorkommen von zwei Kernen in den Zellen dieser Lagen, ja selbst von eingeschnürten Zellen (*Bowman*, vergl. §. 46) zu sprechende Thatsachen, welche noch dazu für eine Vermehrung der Zellen von den vorhandenen aus (durch Theilung) und gegen eine wirkliche Neubildung von solchen sprechen.

Das Epithelium der Mundhöhle, obschon dick, ist doch leicht permeabel und

unterscheidet sich in dieser Beziehung wesentlich von der Epidermis, die nur in ihrem *Stratum Malpighii* analoge Verhältnisse zeigt. Flüssige Stoffe der verschiedensten Art sind im Stande, dasselbe von aussen her zu durchdringen und, einmal mit der Schleimhaut in Berührung gekommen, entweder von den Gefässen derselben resorbirt oder von ihren Nerven wahrgenommen zu werden. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird, je dünner die Epitheliumlage, namentlich die der Plättchen, die auf jeden Fall am mindesten leicht durchdrungen werden, und je zahlreicher und oberflächlicher die Gefässe und Nerven, um so lebhafter die Resorption und Empfindung sein, und es erklärt sich mithin leicht, warum an den Lippen, wo die Papillen fast bis an die Oberfläche der Epidermis gehen und sehr zahlreich sind, das Gefühl feiner ist, als am Zahnfleisch, warum an der Zungenspitze, deren Papillen mit einem zum Theil dünneren Ueberzug sogar hervorragen, noch feiner (vergl. auch wegen der Bedeutung der Axenkörperchen §. 39). Wie nach innen, so ist das Epithelium auch nach aussen permeabel und im Stande, aus den Blutgefässen der Schleimhaut ausgetretenes Plasma in die Mundhöhle zu leiten. So betheiligt sich dasselbe, ähnlich wie die Oberhaut an der Hautausdünstung, an der Bildung der schleimigen Flüssigkeit, die, ausser von den in die Mundhöhle einmündenden Drüsen, auch von der Fläche der Schleimhaut überhaupt geliefert wird.

B. Von der Zunge.

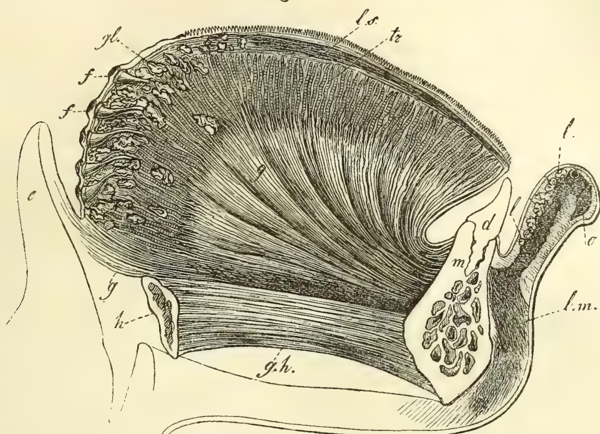
§. 131.

Die Zunge ist eine mit einem besonderen Knochen, dem Zungenbeine, verbundene, von der Schleimhaut der Mundhöhle überzogene Muskelmasse, deren Elemente von 0,009 — 0,023''' Breite von denen der äussern quergestreiften Muskeln sich nur dadurch unterscheiden, dass sie aufs mannigfachste sich verflechten, so dass im Innern der Zunge die bekannten Zungenmuskeln nicht als gesonderte Massen, sondern nur als secundäre Bündel und Muskelfasern sich nachweisen lassen.

Das Gerüste der Zunge bilden gewissermaassen die zwei *Genioglossi*, der *Musculus transversus linguae* und der Faserknorpel der Zunge. Der letztere, auch Zungenknorpel genannt (Fig. 170. *c*), ist eine derbe, weissgelbliche, mitten in der Zunge zwischen beiden *Genioglossi* senkrechtstehende faserige Platte, die in der ganzen Länge des Organs sich erstreckt, und ihren Namen nur uneigentlich verdient, indem sie aus gewöhnlichem Sehnen- oder Bandgewebe zusammengesetzt ist. Dieselbe beginnt niedrig am Zungenbeinkörper in Verbindung mit einer breiten Faserlamelle, *Membrana hyoglossa (Blandin)*, die vom Zungenbein zur Zungenwurzel geht und das Ende des *Genioglossus* bedeckt, erreicht sehr bald dieselbe Höhe wie der *Musculus transversus*, und nimmt am vordern Drittheil der Zunge allmälig ab bis zur Zungenspitze, wo sie ganz niedrig sich verliert. Nach oben reicht das *Septum linguae*, wie man diese 0,12''' dicke Fasermasse nennen könnte, bis auf 1½ oder 2''' Entfernung vom Zungenrücken, nach unten bis wo die *Genioglossi* im Fleisch der Zunge sich verlieren, endet jedoch hier nicht mit einem scharfen Rande, sondern hängt unmittelbar mit dem *Perimysium* zwischen den beiden Kinnzungenmuskeln zusammen. Zu beiden Seiten dieser Scheidewand

breiten sich die *Genioglossi* fächerförmig in der Zunge aus (Figg. 169. *g.* 170. *g.* 171. *f.*), so dass sie von der Spitze bis zur Wurzel die Mitte des

Fig. 169.



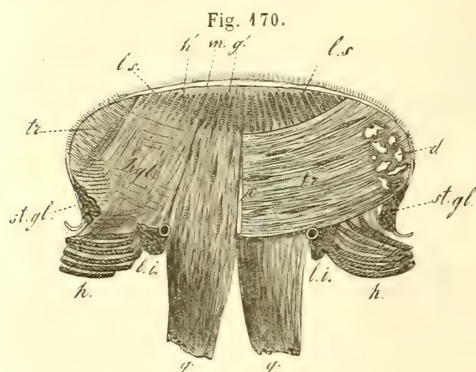
Organes einnehmen und eine lange, mässig breite Fleischmasse bilden, die jedoch nichts weniger als compact ist. Die *Genioglossi* zerfallen nämlich, in der Zunge selbst angelangt, vom untern Rande des Zungenseptum an, wo sie hie und da einzelne Bündel austauschen, jederseits in eine grosse Zahl hintereinanderliegender Lamellen, die, in kurzen Abständen von einander befindlich, jedoch durch die queren Muskelfasern der Zunge getrennt, in der Mehrzahl senkrecht, zum Theil nach vorn und nach hinten gekrümmt nach dem Zungenrücken zu verlaufen. So in einzelne, im Mittel 0,06—0,14''' dicke Blätter gesondert ziehen die Fasern des *Genioglossus* so weit als die Zungenscheidewand reicht und ändern dann ihr Verhalten und zwar im Allgemeinen so, dass sie nun von vorn nach hinten ziehende Lamellen bilden. Während nämlich früher die *Genioglossi* durch die einzelnen Lagen des *Transversus* in der Querrichtung in einzelne Lamellen zerfällt wurden, so geschieht jetzt dasselbe in der Längsrichtung durch die zwischen ihre Fasern sich einschiebenden Bündel des obern Längsmuskels der Zunge. Sehr deutlich sind diese senkrecht und der Länge nach verlaufenden Blätter in den zwei vorderen Drittheilen der Zunge, minder deutlich in der Gegend der *Papillae circumvallatae*, wo namentlich in der Mitte der Zunge der *Genioglossus* mehr mit isolirten Bündeln an die Schleimhaut tritt, an der Zungenwurzel endlich gar nicht mehr nachzuweisen. Der *Genioglossus* endigt an der oberen Fläche der Zunge so, dass seine Primitivbündel unmittelbar an der Schleimhaut gruppenweise in

Fig. 169. Längsschnitt der Zunge des Menschen in natürlicher Grösse, die Contouren nach *Arnold Icon. org. sens.* *g. h. Geniohyoideus*, *h.* Zungenbein, *g. Genioglossus*. *g' Glossoepiglotticus*, *tr. Transversus linguae*, *l. s. Longitudinalis superior*, *e. Epiglottis*, *m. Maxilla inferior*, *d.* Schneidezahn, *o. Orbicularis oris*, *l. m. Levator menti*, *l. Glandulae labiales*, *f. Folliculi linguales*, *gl. Glandulae linguales cum ductibus*.

kleine sehnige Streifen von Bindegewebe sich fortsetzen, die dann zum Theil in der unteren, später zu beschreibenden, sehr festen Lage der *Mucosa* sich verlieren, zum Theil bis an die Basis der Papillen verlaufen. An der Zungenwurzel reicht der *Genioglossus* nicht bis an die Schleimhaut, die hier mit ihren Schleimbälgen leicht von den tiefer gelegenen traubenförmigen Drüsen sich abpräpariren lässt, sondern endet an und zwischen den letztern ebenfalls durch Sehnenstreifen mit denselben oder einem derben fibrösen Gewebe zwischen ihnen sich verbindend.

Der Quermuskel oder die Querfasern der Zunge *(Transversus linguae, sive Fibrae transversales* (Fig. 169 *tr.* 170 *tr.* 171 *g.*) bestehen aus sehr zahlreichen, jeder Zungenhälfte für sich angehörenden Lamellen, die ganz regelmässig zwischen die querstehenden Blätter des *Genioglossus* sich einsenken und in allen Abschnitten der Zunge zu finden sind. Jede Lamelle ist ein 0,1—0,16‴ dickes, in der Mitte der Zunge ¾″ hohes, im Allgemeinen senkrecht stehendes Blatt, dessen Muskelfasern vom *Septum linguae* bis zum Seitenrande der Zunge sich erstrecken. Dieselben beginnen in der ganzen Höhe des *Septum* so zu sagen direct von den Flächen desselben, jedoch unter Beihülfe einer geringen Menge eines querstehenden, von den longitudinalen Fasern des *Septum* sich unterscheidenden Sehnengewebes, und ziehen, zu kleinen platten Bündeln vereint, anfangs gerade nach aussen. Im weitern Verlauf biegen sie nach oben und erreichen schliesslich die obersten kürzesten Fasern die Seitentheile des Zungenrückens, die untern längern den eigentlichen Seitenrand der Zunge, woselbst sie ebenfalls mit kurzen Bindegewebsstreifen an die Schleimhaut sich befestigen.

Fig. 170.



Die übrigen Zungenmuskeln bilden gewissermaassen die Hülle des Organes und schliessen sich in ihrem Verlaufe zum Theil den genannten an, zum Theil verfolgen dieselben besondere Richtungen.

Fig. 170. Querschnitt der menschlichen Zunge etwas vor den *Papillae circumvallatae*, *g. Genioglossus*, *l.i. Longitudinalis inferior (Lingualis)* mit *Art. ranina*, *tr. Transversus*, links in seinem ganzen Verlaufe sichtbar, rechts nur am Rande und zwischen den auseinanderweichenden Bündeln des *Genioglossus*, *c. Septum linguae (Fibrocartilago)*, *h. Hyoglossus*, *hgl.* Ausbreitung desselben mit fast senkrecht aufsteigenden Fasern nach aussen vom *Genioglossus*, *g′* Ende des *Genioglossus* an der Schleimhaut, *h′* Ende des *Hyoglossus*, *l.s. Longitudinalis superior* mit platten Bündeln zwischen die senkrechten Fasern sich einschiebend, *d.* Drüsen des Zungenrandes, *st.gl. Styloglossus*.

Der *Hyoglossus (Baseo-* und *Ceratoglossus* der Autoren) (Fig. 171, *h.* und *hgl.*) verhält sich am Seitentheile der Zunge ungefähr so wie der *Genioglossus* in der Mitte. Die stärkeren Bündel desselben nämlich zerfallen, an der unteren Fläche des Zungenrandes angelangt, in eine grössere Zahl dünner querstehender Lamellen, die mit grösseren oder geringeren Krümmungen nach oben zwischen die einzelnen Blätter des Quermuskels sich einsenken und im weitern Verlauf gerade so wie die Lamellen des *Genioglossus,* an die sie von aussen angrenzen, sich verhalten, nur dass die Richtung ihrer Fasern während ihres Aufsteigens nach dem Zungenrücken mit einer leichten Krümmung schief nach innen geht. Am Rücken der Zunge liegt der *Hyoglossus* zwischen dem *Genioglossus* und dem oberen Rande des *Transversus,* bildet wie der erstere longitudinale Blätter mit senkrecht stehenden Fasern, zwischen denen die oberen Längsfasern liegen und endet dann ebenfalls an der Schleimhaut. Diese Ausbreitung des *Hyoglossus* ist am deutlichsten und stärksten in der Mitte der Zunge, wo die Hauptmasse des *Baseoglossus* liegt, nur nach hinten wird dieselbe undeutlicher, indem hier die Lamellen des *Ceratoglossus* sehr zart sind und auch mehr horizontal liegen, doch findet sich auch hier die Einschiebung zwischen die Blätter der Quermuskels und eine Endigung am Zungenrücken.

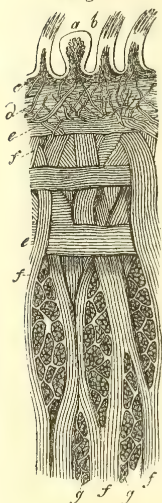
Der *Styloglossus* (Fig. 170. *st. gl.*) theilt sich in der Regel in zwei Bündel, die ganz verschieden sich verhalten; das hintere kleinere geht zwischen dem *Ceratoglossus* und *Baseoglossus* und zwischen den Fascikeln des letzteren gerade nach innen und dringt zwischen den Lamellen des *Lingualis* und *Genioglossus* mit einzelnen Bündeln bis zum *Septum linguae,* woselbst dasselbe zugleich mit den etwas höher liegenden Fasern des Quermuskels sich befestigt. Die Hauptmasse des *Styloglossus* läuft am Rande der Zunge einwärts und abwärts, verbindet sich vor dem *Hyoglossus* mit dem *Lingualis inferior* und endet in der Schleimhaut der untern Fläche der Zungenspitze und dieser selbst, indem zugleich die vordersten Bündel der beiden Muskeln bogenförmig sich vereinen.

Der *Lingualis* der Autoren, den ich *Lingualis* oder *Longitudinalis inferior* nennen will (Fig. 170. *l. i.*), ist ein zwischen *Genioglossus* und *Hyoglossus* an der untern Fläche der Zunge gelegenes ziemlich starkes Längsbündel, dessen Anfang und Ende nicht leicht zu ermitteln sind. Der hintere Theil des *Lingualis inferior* verliert sich auf den ersten Blick mit vielen übereinanderliegenden platten Bündeln zwischen den queren Fasern des *Genioglossus (Glossopharyngeus),* des *Styloglossus* und *Transversus* an der Zungenwurzel; genauer verfolgt ergibt sich aber, dass dieselben wie die hintersten Theile des Kinnzungenmuskels in viele Blätter zerfallen, zwischen den Querfasern bis zum äussern Theile der Drüsenschicht der Zungenwurzel leicht gebogen aufsteigen und dann wie die nach innen von ihnen gelegenen Lamellen des *Genioglossus* an denselben enden. Vorn verbindet sich der *Lingualis inferior* mit dem stärkeren Fascikel des *Styloglossus* und endet mit demselben an der Zungenspitze, geht aber auch, vorn an den *Hyoglossus* sich anschliessend, mit vielen zarten

Lamellen zwischen den Querfasern bis zum Zungenrücken, um mit einem Worte am Rande des vorderen Drittheiles der Zunge so sich zu verhalten, wie der *Hyoglossus* weiter rückwärts.

Endlich finden sich beim Menschen auch noch ein *Longitudinalis* oder *Lingualis superior* und einzelne perpendiculäre Fasern. Der *Longitudinalis superior* (Fig. 169, 170 *l. s.* 171 *e.*) stellt eine zwischen den obersten Fasern des *Transversus* und der Schleimhaut befindliche Längsfaserschicht vor, welche die ganze Breite und Länge der Zunge einnimmt und von dem von den meisten Anatomen verkannten *Chondroglossus* abstammt, der am kleinen Horn des Zungenbeins als ein mässig starkes, vom *Baseo-* und *Ceratoglossus* durch die *Arteria lingualis* und den *Glossopharyngeus* getrenntes Bündel entspringt. Dasselbe zieht unter der tieferen Drüsenschicht der Zungenwurzel und zum Theil mitten durch die Endigungen des *Genioglossus* und *Lingualis inferior* nach vorn, nimmmt etwas vor den *Papillae circumvallatae* fast die ganze Hälfte der Zunge ein, und verläuft von hier an in Gestalt schmaler, hie und da unter spitzen Winkeln sich verbindender Längsblätter unmittelbar unter der Schleimhaut zwischen den Enden der *Genioglossi* und *Hyoglossi* nach vorn bis zur Zungenspitze, um hier in der Haut der obern Fläche sich zu verlieren. Da diese Längsfasern nach vorn zu dicker werden, so ist es wahrscheinlich, dass zu denselben noch selbständige obere Längsfasern sich gesellen, die von der Schleimhaut des Rückens der Zunge entspringen und an derselben enden. Perpendiculäre Fasern, die nicht von aussen abstammen, finde ich nur in der Zungenspitze und sind dieselben hier mit zarten Bündeln zwischen dem untern und obern Schleimhautüberzuge ausgebreitet. Der vorderste Theil des *Transversus* zieht mit seinen Blättern durch den innern Theil dieser Bündel, während die Enden derselben von dem *Longitudinalis superior* und *inferior* und *Styloglossus* ziemlich regelmässig durchsetzt werden, so dass auf Querschnitten eine Abwechslung von senkrechten und Längsfasern sich zeigt, ähnlich der, die in Fig. 170 vom Zungenrücken gezeichnet ist.

Fig. 171.



Noch sei erwähnt, dass der *Glossopalatinus* zum Theil in der Schleimhaut des Seitenrandes der Zunge zugleich mit dem *Ceratoglossus* sich verliert, zum Theil an das grössere Bündel des *Styloglossus* sich anzuschliessen scheint.

Werfen wir nach dieser Schilderung der einzelnen, sowohl äussern als innern Zungenmuskeln noch einen Blick auf den Gesammtbau des

Fig. 171. Stück eines Längsschnittes durch den Seitentheil der menschlichen Zunge. *a. Papilla fungiformis. b. Pap. filiformis.* c. Schleimhaut. *d.* Fibröse Lage unter ihr. *e. Longitudinalis superior. f. Genioglossus. g. Transversus* im Querschnitt.

Organes, so ergibt sich, dass das eigentliche Zungenfleisch im Wesentlichen nur drei Arten von Muskelfasern besitzt, die man als senkrechte, quere und längsverlaufende bezeichnen kann. Die senkrechten Fasern stammen von den *Genioglossi* in der Mitte, vom *Lingualis* und *Hyoglossus* seitlich, an der Spitze auch vom *Perpendicularis* und bilden von der Spitze bis zur Wurzel eine grosse Zahl querstehender Lamellen, nahezu von der Gesammtbreite der Zungenhälften, deren Fasern im Allgemeinen senkrecht von der untern Fläche bis zur obern ziehen. Die queren Fasern vom *Transversus* und zum Theil vom *Styloglossus* schieben sich als eben so viele, meist etwas dickere Lamellen zwischen die genanten hinein, beginnen am *Septum* und enden am Seitenrande und zum Theil an der Oberfläche, die Längsfasern endlich gehören dem *Lingualis superior (Chondroglossus)*, dem *Lingualis inferior* und *Styloglossus* an, bedecken die obere Fläche, den Rand und zum Theil die untere Fläche und liegen grösstentheils unmittelbar unter der Schleimhaut. Die einzelnen Muskellagen der Zunge sind ohne Ausnahme von einem dünnen *Perimysium*, zum Theil, wo stärkere Gefässe und Nerven verlaufen, von dickeren Bindegewebsmassen von einander getrennt und enthalten ausserdem noch an vielen Orten eine grössere oder geringere Zahl gewöhnlicher Fettzellen zwischen sich, die namentlich gern zwischen den *Genioglossi* am *Septum*, an der Zungenwurzel und unter der Schleimhaut in grösserer Zahl sich ansammeln.

Fig. 172.



In der Zunge des Frosches finden sich sehr schöne Theilungen der quergestreiften Fasern (Fig. 172), wovon ich in der menschlichen Zunge mit Bestimmtheit nichts auffinden konnte. Doch kam es mir hie und da vor, als ob an den Fasern des *Genioglossus* kurz vor ihrem Uebergang in Sehnenstreifen einzelne Theilungen sich fänden.

§. 132.

Die Schleimhaut der Zunge weicht am Zungenrücken, vom *Foramen coecum* an bis zur Spitze, von der übrigen Schleimhaut der Mundhöhle dadurch ab, dass sie mit dem Muskelfleisch sehr fest verbunden ist und eine grosse Zahl von Hervorragungen, die bekannten Zungen- oder Geschmackswärzchen besitzt. Die 6—12 umwallten Wärzchen, *Papillae circumvallatae*, bestehen, wenn sie schön ausgebildet sind, aus einer centralen, im Umkreis runden und am Ende abgeplatteten Papille, von einem Durchmesser von ½—1‴ und einer Höhe von ¼—½,

Fig. 172. Ein ramificirtes Primitivbündel von 0,018‴ aus der Zunge des Frosches, 350 mal vergr.

selbst 3/4''', und einem niedrigeren regelmässigen, die Papille namentlich an der Basis eng umgebenden, 1/5—1/3''' breiten Walle, zeigen jedoch Uebergänge zu den keulenförmigen Wärzchen, was namentlich von der hintersten im *Foramen coecum* oder *Morgagnii* befindlichen Papille gilt, ausserdem noch mannigfache Abweichungen mit Bezug auf Zahl, Grösse und Lagerung. Die vor den *Circumvallatae* stehenden Geschmackswärzchen sind mehr oder weniger deutlich in Reihen angeordnet, die im Allgemeinen denen der umwallten Warzen parallel verlaufen, und am Rande der Zunge in blattartige, zum Theil gar nicht mehr gezackte Falten auslaufen, die nicht mehr zu den Papillen gerechnet werden können. Die *Papillae fungiformes s. clavatae* von 0,3—0,8''' Länge, 0,2—0,5''' Breite und glatter Oberfläche, die am Lebenden durch ihre röthliche Farbe leicht zu erkennen sind, finden sich besonders an der vorderen Zungenhälfte, wo sie in ziemlich regelmässigen Abständen von 1/4—1''' und mehr über die ganze Oberfläche zerstreut stehen und namentlich an der Zungenspitze häufig so dicht zusammengedrängt sind, dass sie sich berühren, fehlen jedoch auch in den hintern Abschnitten bis zu den *P. circumvallatae* heran nicht. Die *P. filiformes s. conicae* von 1/3—1 1/2''' Länge und 0,1—0,2''' Breite springen durch ihre Zahl und weissliche Farbe leicht in die Augen; dieselben decken, eine dicht neben der andern, die Zwischenräume zwischen den *Clavatae*, und erscheinen ohne Ausnahme am dichtesten und entwickeltesten mit pinselförmig auslaufenden Enden in der concaven Seite des V der grossen Papillen und in der Mittellinie der Zungenmitte. Nach den Rändern und nach der Spitze zu werden diese Papillen sowohl im Ganzen als in ihren Fortsätzen kürzer, zum Theil auch spärlicher, so dass sie allmälig in die oben erwähnten Blätter übergehen und auch in manchen Beziehungen den keulenförmigen Wärzchen ähnlich werden, ja selbst, wenigstens mit Bezug auf die Beschaffenheit ihrer Oberfläche kaum von denselben zu trennen sind.

Ausser den frei hervorragenden Papillen finden sich auch in der Geschmacksregion der Zunge überall noch kleinere ganz im Epithel vergraben, die mit denen der nicht schmeckenden Gegenden des Organes ganz übereinstimmen.

Bezüglich auf den feineren Bau der Zungenschleimhaut, so weicht derjenige Theil derselben, der keine hervorragenden Papillen zeigt, in nichts von der Schleimhaut der Mundhöhle ab und besitzt namentlich ein geschichtetes Pflasterepithelium von 0,045''' Dicke an der Zungenwurzel, von 0,06—0,1''' an der untern Fläche der Zungenspitze und in demselben vergrabene einfache kleinere Papillen von 0,024 bis 0,05''' Länge, 0,004—0,02''' Breite, die selbst an der vordern Fläche der Epiglottis und zwischen dieser und den *Papillae circumvallatae* nicht fehlen. In der eigentlichen Geschmacksregion der Zunge fehlt ein submucöses Gewebe gänzlich und ist die Schleimhaut durch Vermittlung einer derben Lage von Bindegewebe (siehe oben §. 131) mit dem Muskelfleisch verbunden und erscheint selbst dick und fest, jedoch ziemlich

dehnbar, welche letztere Eigenschaft sie einer bedeutenden Menge von elastischem Gewebe und ihrem grossen Gefässreichthum, sowie meist zahlreich vorhandenen gewöhnlichen Fettzellen von 0,016—0,024‴ verdankt.

Die Papillen anlangend so besitzen die *Papillae filiformes* oder *conicae* (Fig. 173) eine kegelförmige Schleimhautpapille, die entweder nur am Ende oder an ihrer ganzen Oberfläche mit einer gewissen Zahl (5—20) kleinerer Papillen von 0,1—0,14‴ Länge besetzt ist. Das Ganze ist von einem ziemlich mächtigen Epithelbeleg überzogen, der an seinem Ende in eine Zahl langer und dünner (von 0,01—0,02‴), fein auslaufender und oft wieder getheilter Fortsätze sich spaltet (Fig. 173 *f.*), die dem Ganzen das Ansehen eines feinen Pinsels geben und bis 0,5, 0,6—0,7‴ Länge und 0,02—0,028‴ Breite an der Basis erreichen können. Die oberflächlichen Lagen dieses Epithels nähern sich durch ihre bedeutende Resistenz in Alkalien und Säuren den Epidermisplättchen sehr und bestehen namentlich die Epithelialfortsätze nur aus fest verhornten Schüppchen von 0,022 bis 0,028‴, die häufig eine festere Axe und eine äussere aus dachziegelförmig sich deckenden Plättchen zusammengesetzte Rinde bilden, so dass das Ganze mit einigem Rechte mit Haaren sich vergleichen lässt. Die Schleimhautpapille der fadenförmigen Wärzchen zeigt deutliches Bindegewebe und eine auffallend grosse Zahl von elastischen Fäserchen, die als 10—20 wellenförmig verlaufende Fäden von 0,0004—0,0008‴ selbst noch in die einfachen Wärzchen an ihren Spitzen sich erstrecken, und der ganzen Papille und ihren Ausläufern eine gewisse Steife und Festigkeit verleihen, die den einfachen Schleimhautwärzchen ganz abgeht. In jeder Papille verästelt sich eine kleine Arterie, so dass jedes einfache

Fig. 173.



Fig. 273. Zwei *Papillae filiformes* des Menschen, die eine mit Epithel, 35mal vergr. Nach *Todd-Bowman*. *p*. Papillen selbst. *a. v.* Arterielles und venöses Gefäss der einen Papille sammt den Capillarschlingen, die aber in die secundären Papillen eingehen sollten. *e*. Epithelialbekleidung. *f*. Fortsätze derselben.

Wärzchen eine Schlinge einer Capillare von 0,004—0,005''' enthält, aus welchem dann ein kleines venöses Gefäss sich zusammensetzt. Die Nerven sind wegen des reichlichen elastischen Gewebes schwer herauszufinden und sucht man dieselben in einzelnen Papillen wirklich vergeblich. In der Mehrzahl sind sie jedoch, wenigstens in der Basis der Papillen, ganz deutlich als ein oder zwei kleine Stämmchen mit 5—10 dunkelrandigen Primitivfasern von 0,002 — 0,003''', die allmälig feiner werdend gegen die Spitzen derselben verlaufen. Wie dieselben enden, habe ich nicht mit Bestimmtheit zu sehen vermocht, doch deutete alles darauf hin, dass auch hier Schlingen da sind, die jedoch nicht in den einfachen Papillen, sondern an der Basis derselben sich befinden. Bei Thieren sind diese Schlingen deutlicher, so z. B. beim Kalb, wo jede *Pap. filiformis* 10 bis 12 Primitivfasern von 0,002 — 0,003''' erhält, die schliesslich bis zu 0,001''' sich verfeinern, und auch nicht in die einfachen Papillen eingehen.

Die *Papillae fungiformes* haben eine keulenförmige Schleimhautpapille, die ähnlich einem Morgenstern an ihrer ganzen Oberfläche mit einfachen kegelförmigen Papillen von 0,1 — 0,12''' Länge dicht besetzt ist, und von einem einfachen Epithelium, wie es auch sonst in der Mundhöhle sich findet, ohne stärker verhornte Zellen und fadenförmige Ausläufer überzogen ist, das von den Spitzen derselben an gerechnet 0,04 — 0,05''' Mächtigkeit besitzt. In der Schleimhautpapille ist das elastische Gewebe viel spärlicher als in den *Pap. filiformes* und fehlt namentlich in den einfachen Wärzchen meist ganz, dagegen ist ein Flechtwerk von 0,002—0,003''' breiten Bindegewebsbündeln sehr deutlich. Die Gefässe verhalten sich wie in den *Filiformes*, nur dass dieselben viel zahlreicher sind und was die Nerven anlangt, so gehen in jede schwammförmige Papille ein oder zwei stärkere Stämmchen von 0,04—0,08''' und mehrere schwächere Fädchen ein, die pinselförmig sich verästelnd und vielfach anastomosirend (siehe *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. IV. Tab. IV.) schliesslich nach allen Richtungen gegen die einfachen Wärzchen und die Axenkörper dieser Papillen (siehe §. 37.)

Fig. 174.

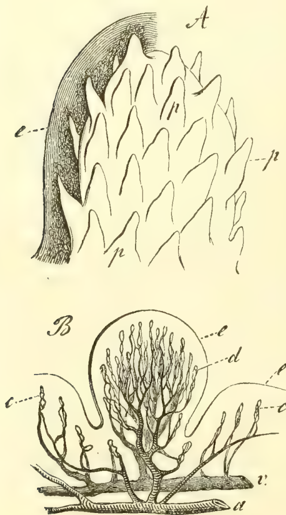


Fig. 174. *A. Papilla fungiformis* mit den secundären oder einfachen Papillen *p* (auf der einen Seite noch mit der Epithelialbekleidung *e*) 35 mal vergr. *B.* Eine eben solche nur in den Contouren des Epithels *e* mit den Gefässen. *a.* Arterie. *v.* Vene. *d.* Capillarschlingen der einfachen Papillen. *e.* Capillaren in den einfachen Papillen der Schleimhaut an der Basis der *Fungiformis.* 18 mal vergr. Nach *Todd-Bowman.*

auseinandertreten. Während ihres Verlaufes verdünnen sich die Nerven, die in den Stämmchen 0,002—0,004''', im Mittel 0,003''' messen, so dass sie an der Basis der Papillen nur noch 0,001—0,0015''' betragen und zeigen auch deutliche Theilungen. Ihr Ende habe ich noch nicht mit Sicherheit gesehen, und glaubte ich in einigen Fällen Schlingen, in andern freie Endigungen zu sehen, ohne mich für die einen oder andern verbürgen zu können.

Bei den *Papillae circumvallatae* ist die mittlere Papille, die als eine flach gedrückte *Papilla fungiformis* aufgefasst werden kann, an ihrer ebenen Endfläche mit einfachen kegelförmigen Wärzchen dicht besetzt und von einem gleichmässig dicken Epithelüberzug ohne besondere Fortsätze und Ausläufer an seiner äusseren Seite überzogen. Der Wall erscheint als eine einfache Schleimhauterhebung und zeigt unter einer glatten Epithelbekleidung auf seiner Höhe mehrere Reihen einfacher kegelförmiger Wärzchen. Das elastische Gewebe fehlt in diesen Papillen meist, sonst sind dieselben wie die *Fungiformes* gebaut, nur noch reicher an Nerven. Jede eigentliche *Papilla circumvallata* enthält in ihren untersten Theilen mehrere Nervenstämmchen von 0,05—0,08''' Durchmesser, welche höher herauf zu einem sehr zierlichen Plexus sich auflösen, aus dem dann die Nerven der einfachen Wärzchen nach allen Seiten radienartig ausgehen. Das übrige Verhalten ist wie in den *Fungiformes*, nur betragen die Nervenröhren schon in den Stämmen nicht mehr als 0,002''' im Mittel und kaum mehr als 0,003''' und an der Basis der Papillen nur noch 0,001—0,0015'''. In den Wällen dieser Papillen finden sich ebenfalls viele Nerven und scheint ihr feineres Verhalten ganz wie in den Papillen selbst zu sein.

Fig. 175.

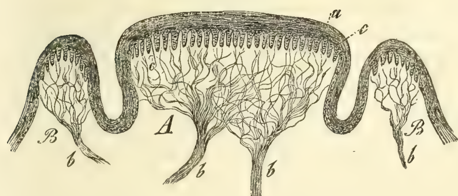


Fig. 175. *Pap. circumvallata* des Menschen im Durchschnitt. *A.* Eigentliche Papille. *B.* Wall, *a.* Epithel, *c.* secundäre Papillen, *bb.* Nerven der Papillen und des Walles, circa 10 mal vergr.

Die Papillen der Zunge zeigen mannigfache Variationen, unter denen folgende die wichtigsten sind: 1) Die *Papillae filiformes* sind alle lang und mit sehr beträchtlichen Epithelialfortsätzen versehen. Was man gemeinhin gastrisch belegte Zunge nennt, beruht vorzüglich auf einer Wucherung der Epithelialfortsätze der *Papillae filiformes*, welche alle rückwärts gerichtet und aneinanderliegend scheinbar einen besonderen weissen Ueberzug bilden. Werden die Fortsätze noch länger, so dass die *Pap. filiformes* 1½—2''' messen, so entsteht eine *Lingua hirsuta* oder *villosa*, welche man ebenfalls in verschiedenen Krankheiten gar nicht so selten sieht und können sich schliesslich Formen ausbilden, welche die Zunge wie mit 4—6''' langen Haaren besetzt erscheinen lassen. 2) Die fadenförmigen Papillen haben sehr kleine oder gar keine Epithelialfortsätze und sind von den kleineren *Fungiformes* kaum zu unterscheiden. 3) Die fadenförmigen Papillen sind nicht als besondere Hervorragungen vorhanden,

sondern in einer gemeinsamen Epithelialhülle des Zungenrückens vergraben. Es gibt, besonders bei alten Leuten, Zungen, die, ohne einen Beleg zu haben, an einzelnen Stellen oder über grössere Flächen keine einzige Papille zeigen, sondern entweder eine ganz glatte Oberfläche oder nur einzelne linienartige Fortsätze, entsprechend den sonstigen Papillenzügen, darbieten. Hier findet sich dann das Epithelium entwickelter und in der Tiefe kleinere Papillen mehr von der gewöhnlichen Form. Verschieden hiervon sind die Zungen, die bei gehöriger Entwicklung der Papillen eine mehr glatte Oberfläche darbieten. Bei diesen ist es eine durch wucherndes Epithel, Schleim, Blut, Eiterkörperchen, Gährungspilze, Fadenpilze bewirkte Verklebung der Papillen, welche die ganz glatte oder von Schrunden durchfurchte Oberfläche bewirkt. 4) Die Epithelialfortsätze der fadenförmigen Papillen sind von Fadenpilzen besetzt. Wohl jeder Mikroskopiker kennt bräunliche, aus einer dunklen Axe und einer feingranulirten Rinde bestehende längliche (0,12—0,24‴ lange, 0,04—0,08‴ breite) Körper (Fig. 176) aus dem Zungenbeleg. Nur der centrale Theil dieser Gebilde ist aus stark

Fig. 176.

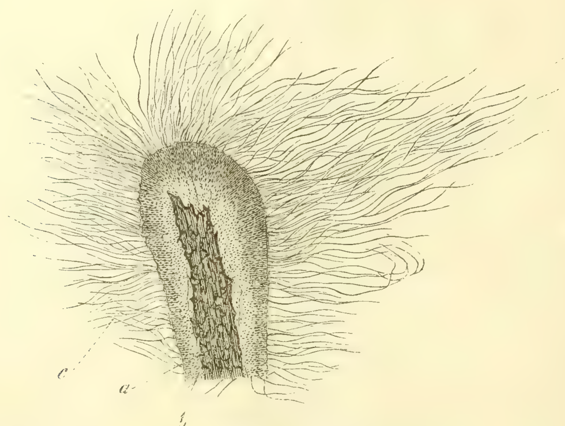
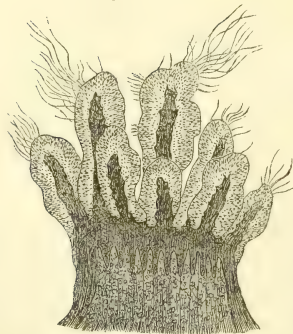


Fig. 177.



verhornten Epithelplättchen gebildet, die durch Kali und Natron, namentlich in der Wärme, sich isoliren und aufquellen und von den Epithelialfortsätzen der fadenförmigen Papillen abstammen; die granulirte Rinde dagegen ist nichts anderes als die Matrix eines Fadenpilzes von nur 0,0006‴ Breite, der, mit den bekannten Fäden an den Zähnen ganz übereinstimmend, oft in ungeheurer Menge in derselben wurzelt. An der Leiche erkennt man leicht die von Pilzen besetzten Epithelzellen mit und ohne hervorragende Pilzfäden auch *in situ* (Fig. 177), und bei Lebenden kann man durch Abkratzen der Zunge dieselben losgetrennt in beliebiger Menge sich verschaffen. In 20 bis 30 Fällen vermisse ich bei gesunden jungen Leuten die granulirten Ueberzüge

Fig. 176. Ein Haufen von Epithelzellen von der granulirten Matrix der Pilze *b* bekleidet, aus der üppig wuchernde Pilze *c* hervortreten, 350 mal vergrössert, vom Menschen.

Fig. 177. Eine *Papilla filiformis*, deren hier kurze Epithelialfortsätze von der Matrix der Pilze umhüllt sind, aus der selbst einzelne Fäden hervorwuchern.

an den Epithelialfortsätzen kaum 1mal und zwar bei solchen mit ganz reiner rother Zunge. Je mehr Beleg da ist, um so häufiger ist die Matrix und treten auch die Pilze auf, die jedoch im Ganzen selten, unter 30 Fällen 3 bis 4mal, so exquisit gefunden werden, wie die Fig. 176 ergibt und überhaupt nur etwa bei einem Drittheil der Individuen sich finden, die nicht ganz normale *Papillae filiformes* haben.

Für die Physiologie lässt sich aus den mitgetheilten anatomischen Daten etwa Folgendes entnehmen. Die *Papillae filiformes* sind weder Geschmacksorgane noch feine Taster, da ihr dickes und, worauf ich noch viel mehr Gewicht legen möchte, stark verhorntes Epithel sehr wenig sich eignet, schmeckbare flüssige Substanzen hindurch zu lassen oder andere Eindrücke zu den spärlichen, nur bis an die Basis der einfachen Papillen reichenden Nerven zu leiten. Ich halte mit *Todd* und *Bowman* die *Filiformes* in der Function den Zungenstacheln der Thiere, die nichts als modificirte *Filiformes* sind, verwandt und schreibe ihnen mithin eine etwelche Bedeutung für das Fortbewegen und Festhalten der Speisetheilchen zu und betrachte zugleich ihr Epithel als eine schützende Decke für die Zunge. Die beiden andern Papillenarten dienen beide dem Geschmack und sind ausserdem auch noch der Sitz gewöhnlichen Gefühls (für mechanische Erregungen, Temperaturen etc.), für welche Functionen sie durch ihr dünnes, weiches Epithel, die Weichheit des Gewebes ihrer Papillen und durch die oberflächliche Lage (in den secundären Papillen) und die grosse Zahl ihrer Nerven vortrefflich gebaut sind. Das Gefühl ist am feinsten da, wo die *Papillae fungiformes* am gedrängtesten stehen, d. h. an der Zungenspitze, die daher, vielleicht auch wegen der festen Axenkörperchen in manchen Papillen, besonders zum Tastorgan sich eignet, und wird an der Zungenwurzel, wo es viel stumpfer ist, von eigenthümlichen Sensationen begleitet. Die Geschmacksempfindung ist an der Zungenwurzel viel feiner als an den übrigen Orten, die Spitze nicht ausgenommen, und auch zum Theil anders. Der Grund hiervon liegt weder im Epithelium, noch im Grundgewebe der Papillen, denn diese verhalten sich bei den *Circumvallatae* und *Fungiformes* im Wesentlichen gleich, dagegen könnte man daran denken, denselben in den Nerven zu suchen. In den *Circumvallatae* sind die Nervenfasern constant feiner und nicht nur absolut, sondern auch relativ bedeutend zahlreicher als in den *Fungiformes*, so dass bei ihnen auf denselben Raum mehr Papillen und Endigungen kommen. Namentlich die Feinheit der Nervenfasern, verbunden mit einer geringen Mächtigkeit der Markscheide und mehr oberflächlichen Lage der Axenfaser, die wir ja in allen Endigungen der höhern Sinnesnerven finden, möchte vielleicht erklären, dass hier die schmeckbaren Substanzen kräftiger und auch dann noch einwirken, wenn sie von dickeren Nervenelementen nicht mehr wahrgenommen werden. Reicht dieses Moment nicht aus, um die Verschiedenheiten des Geschmackes in den beiderlei Papillen zu erklären, so bleibt nichts anderes übrig, als auf die Centralorgane zurückzugehen oder den Nervenfasern selbst specifische Wirkungen zuzuschreiben, womit dann freilich die Lücke in unserem Wissen offen eingestanden ist. — An der Ausbreitung des *Glossopharyngeus* in der Zunge hat *Remak* mikroskopische Ganglien aufgefunden, welche in der neuesten Zeit von mir (*Mikr. Anat.* II. 2. pg. 32) und *Remak* (*Müll. Arch.* 1852) genauer untersucht wurden. *Remak* fand solche Knötchen auch an den Zungenästen des *Lingualis* beim Schaf und Kalb bis nahe an die Zungenspitze, jedoch kleiner und sparsamer als beim *Glossopharyngeus*, wogegen dieselben beim Menschen an den stärkeren Zungenästen fehlten, und nur an den zarteren Aestchen im Innern als sehr feine Ganglien vorhanden waren. *R.* bemüht sich eine Beziehung dieser Ganglien zu den Zungendrüsen nachzuweisen und dieselben functionell dem *Ganglion linguale* zu parallelisiren, gegen welche im Allgemeinen zusagende Ansicht ich nur bemerke, 1) dass Ganglien nicht nur an den Aesten zur Schleimhaut, sondern auch an denen zu den Papillen selbst und in Zungengegenden (Spitze) sich finden, wo keine Drüsen liegen und 2) dass auch die Drüsenregion der Zungenwurzel Geschmacksempfindung hat. Aus diesen Gründen scheint es mir vorläufig noch nicht möglich, eine Beziehung der fraglichen Ganglien zu den Sensationen ganz zu leugnen.

C. Von den Drüsen der Mundhöhle.

1. Schleimdrüsen.

§. 133.

Die Schleimdrüsen der Mundhöhle sind gelbliche oder weissliche acinöse Drüschen von meist rundlicher Gestalt, höckeriger Oberfläche und $\frac{1}{3}$—2''' Grösse, die in der Regel unmittelbar nach aussen von der Schleimhaut ihre Lage haben, durch einen kurzen geraden Ausführungsgang in die Mundhöhle sich öffnen und ein schleimiges Secret liefern.

Je nach den verschiedenen Gegenden verhalten sich die Schleimdrüschen etwas verschieden und werden auch mit besonderen Namen benannt.

1) Die Lippendrüsen, *Gl. labiales*, liegen zwischen der Muskellage und der Schleimhaut, sind $\frac{1}{2}$—1$\frac{1}{2}$''' gross, sehr zahlreich und bilden einen fast zusammenhängenden Drüsenring um die Mundöffnung herum, der in 3''' Entfernung vom rothen Lippenrande beginnt und ungefähr $\frac{1}{2}$'' Breite besitzt.

2) Die Backendrüsen, *Glandulae buccales*, finden sich weiter nach aussen gedeckt vom Buccinator, sind ziemlich zahlreich, aber kleiner. Einige grössere Drüschen zeigen sich an der Einmündung des *Stenon*'schen Ganges auf dem Buccinator und noch weiter rückwärts in der Gegend des letzten Backzahnes *(Gl. molares)*.

3) Die Gaumendrüsen, *Glandulae palatinae*. Die des harten Gaumens sind kleiner und gehen kaum über die Mitte desselben nach vorn, wogegen die des weichen Gaumens an der untern Seite desselben ein mächtiges Drüsenlager bilden, das nach vorn 3—4''' mächtig ist, gegen den freien Rand und das Zäpfchen hin jedoch etwas abnimmt. Auch an der hinteren Fläche des weichen Gaumens sind Drüschen vorhanden, jedoch viel kleiner und nicht immer in continuirlicher Lage.

4) Die Zungendrüsen, *Glandulae linguales*. Ich unterscheide:

a) die Schleimdrüsen der Zungenwurzel. Dieselben bilden ein, zum Theil sehr mächtiges Stratum von $\frac{1}{2}$—2''' grossen Drüsen unter den später zu beschreibenden einfachen Schleimbälgen der Zungenwurzel und den *Papillae circumvallatae*, das namentlich unter den erstgenannten bis 4''' Dicke zeigt und fast continuirlich von einer Tonsille zur andern sich ersteckt. Vor dem *Foramen coecum* sind diese Drüsen kleiner und spärlicher, doch finden sich einzelne derselben noch vor den vordersten *Papillae circumvallatae* mehr oder weniger tief im Muskelfleisch, jedoch nie bis über die Mitte der Zunge hinaus nach vorne zu. Die Ausführungsgänge dieser von den Enden des *Genioglossus* durchsetzten und zum Theil mit denselben verbundenen Drüsen sind an den hintern Drüsen bis 6''' lang und münden, wie *E. H. Weber* zuerst gezeigt hat, trich-

terförmig sich erweiternd in die einfachen Schleimbälge der Wurzel ein; in der Gegend der *Papillae circumvallatae* dagegen öffnen sich dieselben für sich zwischen den Zungenpapillen und in den Furchen, welche die umwallten Papillen umgeben, einzelne auch an den Wänden des *Foramen coecum*.

b) Die Randdrüsen der Zungenwurzel. An den Rändern der Zungenwurzel findet man in der Höhe der *Papillae vallatae* mehrere schon oben erwähnte senkrechte, blattartige Falten und zwischen denselben feine Oeffnungen, welche einer besondern kleineren Gruppe von Drüsen angehören, die mitten in der Ausstrahlung des *Hyoglossus* und *Transversus* drin liegen. Bei Thieren sind diese Drüsen, so wie die betreffenden Falten (*Mayer's Organ*) oft sehr entwickelt (siehe *Brühl* l. c.).

c) Die Drüsen der Zungenspitze. An der untern Seite der Zungenspitze, jedoch noch im Fleische des *Lingualis inferior* und *Styloglossus* liegen rechts und links zwei längliche, 6—10‴ lange, 2—3‴ dicke, 3—4‴ breite Drüsenhaufen, deren 5 bis 6 Ausführungsgänge auf besondern gelappten Schleimhautfalten neben dem *Frenulum linguae* ausmünden. Diese Drüsen hat schon *Blandin* genau beschrieben und *Nuhn* neulich der Vergessenheit entrissen.

§. 134.

Feinerer Bau der Schleimdrüsen. Alle erwähnten Drüschen stimmen in den wesentlichsten Verhältnissen des feineren Baues vollkommen überein, und bestehen ohne Ausnahme aus einer gewissen Zahl von Drüsenläppchen und einem verästelten Ausführungsgang. Die Läppchen, die bei den einfachsten Drüsen (Fig. 178) nur zu einigen wenigen (4—8) sich finden, sind im Umkreis meist länglich oder birnförmig, auch wohl rundlich, nicht selten abgeplattet, 0,5 — 0,72‴ lang, 0,2 — 0,48‴ breit, hie und da auch rundlich und sitzen jedes an einem 0,03—0,05‴ breiten Aste des von 0,12 — 0,3‴, selbst 0,5‴ (Drüsen der Zungenwurzel) messenden Ausführungsganges auf. Dieselben bestehen aus einer gewissen Zahl gewundener und vielfach mit einfachen oder zusammengesetzten

Fig. 178.

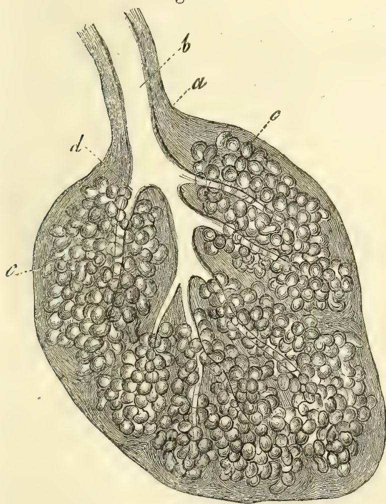
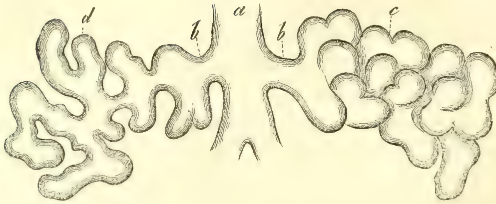


Fig. 178. Traubenförmige Schleimdrüse vom Boden der Mundhöhle. *a*. Bindegewebshülle, *b*. Ausführungsgang, *c*. Drüsenbläschen, *d*. Gänge der Läppchen. Vom Menschen. Vergr. 50.

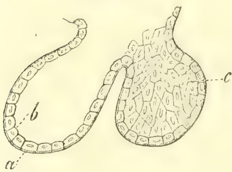
Fig. 179.



blasigen Ausbuchtungen besetzter Canäle (Fig. 179), welche als die unmittelbaren Fortsetzungen der Ausführungsgänge der Läppchen erscheinen, die, sowie sie in dieselben eingetreten sind, meist ohne an Durchmesser abzunehmen, successive in eine gewisse Zahl derselben sich spalten. Was man Drüsenbläschen *(Acini)* genannt hat, sind nichts anderes als die Ausbuchtungen und Enden dieser Canäle oder letzten Aeste der Ausführungsgänge. Dieselben erscheinen oberflächlich und bei kleineren Vergrösserungen betrachtet, alle gleichmässig rundlich oder birnförmig, eine genaue Analyse eines ganzen Läppchens und noch besser einer zerzupften und injicirten Drüse ergibt jedoch, dass die Form derselben eine sehr wechselnde, rundliche, birnförmige oder längliche ist. Es ist nicht möglich alle vorkommenden Gestalten ausführlich zu beschreiben und ich will daher nur noch bemerken, dass die Enden der Drüsenläppchen häufig im Kleinen das Bild der Samenbläschen und auch den Bau derselben wiederholen und zugleich auf beistehende, zum Theil schematische Figur verweisen.

Alle feinsten Drüsengänge und Bläschen, deren Durchmesser von 0,02 bis 0,08''' wechselt, bestehen aus einer besondern structurlosen Hülle, der *Membrana propria* von 0,0008 — 0,0012''' Dicke und einem Epithel (Fig. 180), das an frischen Präparaten als ein die Drüsenenden continuirlich auskleidender Ueberzug sich ergibt, jedoch sehr gern abfällt und dann die Drüsenbläschen als eine körnige Masse erfüllt. Die Epithelzellen liegen in einfacher Schicht an der *Membrana propria*, sind 5 bis 6eckig, oft etwas in die Länge gezogen, 0,005 — 0,006''' breit, 0,003 — 0,004''' dick und enthalten ausser einem 0,002 — 0,003''' grossen rundlichen oder länglichrunden Kerne oft mit deutlichem Nucleolus ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer oder kleinerer Körner, die bald einfach wie weisses Fett sich ausnehmen, bald gelblich und bräunlich gefärbt sind und dadurch die Farbe der Drüsen selbst mit bedingen helfen.

Fig. 180.



Die eben beschriebenen Elemente der Drüsenläppchen liegen zwar alle sehr dicht beisammen, so dass sie nicht selten durch gegenseitigen

Fig. 179. Schema zweier Gänge eines Schleimdrüsenläppchens. *a.* Ausführungsgang des Läppchens, *b.* Nebenast, *c.* die Drüsenbläschen an einem solchen *in situ*, *d.* dieselben auseinandergelegt und der Gang entfaltet.

Fig. 180. Zwei Drüsenbläschen einer traubenförmigen Schleimdrüse des Menschen, 300 mal vergr. *a. M. propria*, *b.* Epithel, wie es im scheinbaren Durchschnitt eines Bläschens erscheint, *c.* dasselbe von der Fläche gesehen.

Druck leicht sich abflachen, doch findet sich immer noch zwischen ihnen eine geringe Menge von Bindegewebe, in welchem die Gefässe des Läppchens verlaufen. Ausserdem sind dann die einzelnen Läppchen und die ganzen Drüsen von derberen Hüllen eines elastische Fäserchen führenden Bindegewebes, das auch Fettzellen enthalten kann, umgeben. An kleinen Drüsen, wie Fig. 178, unterscheidet man von Unterabtheilungen nur die beschriebenen Läppchen und Drüsenbläschen oder Schläuche, an grösseren dagegen, wie an den Lippen- und Gaumendrüsen, werden die kleinsten Läppchen gruppenweise von etwas stärkeren Bindegewebsscheiden umgeben, so dass dann auch eine gewisse Zahl von secundären Läppchen vorhanden ist, von denen jedes einer einfachen Drüse entspricht und auch dieselbe Grösse hat wie sie, d. h. etwa ½—1½'''.

Die Ausführungsgänge der Läppchen haben eine bindegewebige Hülle, mit Netzen feiner elastischer Fasern und eine einfache 0,008—0,01''' mächtige Lage von cylindrischen Zellen. In den Hauptausführungsgängen misst die an elastischen Fasern sehr reiche Wand an den kleinsten Drüsen schon 0,02''', an den grösseren bis zu 0,03''' und 0,04''', das Epithel 0,01—0,012'''. Von Muskelfasern sah ich weder an den Drüsen selbst, noch an den Ausführungsgängen eine Spur, dagegen besitzen dieselben viele kleinere Gefässe, die mit dem Ausführungsgange oder sonst zwischen die Läppchen eindringen und im Inneren ein weiteres Netz von Capillaren von 0,003''' bilden, das die einzelnen Schläuche und Bläschen umspinnt, so dass auf jeden Fall ein jedes derselben mit 3 bis 4 Capillaren in Berührung ist. — Nerven finden sich reichlich an den Ausführungsgängen und hie und da auch als mittelfeine Fasern in den Drüsen selbst.

Das Secret der traubenförmigen Drüsen ist ein klarer gelblicher Schleim mit nur zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellenresten, der in Essigsäure gerinnt und im Ueberschusse sich nicht löst, vielmehr als streifige oder täuschend einem Fasergewebe ähnliche zähe Masse sich erhält. Derselbe erfüllt die Ausführungsgänge und übrigen Drüsenräume bis in die letzten Enden hinein und ist auch in diesen durch Essigsäurezusatz leicht zur Anschauung zu bringen. Sogenannte Schleimkörperchen, wie sie in den Mundflüssigkeiten sich finden, habe ich nie in einer Schleimdrüse gesehen und bin ich der Ansicht, dass die Schleimsecretion normal ohne Zellenproduction vor sich geht.

2. Balgdrüsen *(Glandulae folliculares)*.

§. 135.

Die Balgdrüsen der Mundhöhle finden sich einmal als einfache Bälge an der Zungenwurzel und zweitens als zusammengesetzte rechts und links vom *Isthmus faucium*, die Mandeln, *Tonsillae*. Im Bau sind diese Organe insofern einander ganz gleich, als die Tonsillen als

ein Complex einfacher Balgdrüsen aufgefasst werden können, weichen dagegen von den Schleimdrüsen so sehr ab, dass sie in keiner Beziehung mit denselben sich zusammenstellen lassen.

Die einfachen Balgdrüsen der Zungenwurzel (Fig. 169. *f.*) liegen als eine fast zusammenhängende Schicht von den *Papillae vallatae* bis zur *Epiglottis* und von einer Mandel zur andern über den Schleimdrüsen dieser Gegend unmittelbar an der Schleimhaut. Ihre Lage ist so oberflächlich, dass die einzelnen Drüsen schon von aussen als hügelartige Erhebungen der Schleimhaut sich kundgeben und in Zahl und Anordnung sich erkennen lassen. Präparirt man dieselben frei, so sieht man, dass jeder Balg eine linsenförmige, auch wohl kugelige Masse von ½—2‴ Durchmesser ist, welche an der äussern Seite von der hier sehr dünnen Schleimhaut bekleidet wird, locker in das submucöse Gewebe eingebettet ist, und an ihrer untern Fläche den Ausführungsgang einer tiefer gelegenen Schleimdrüse aufnimmt. In der Mitte der freien Fläche findet sich an jeder Balgdrüse eine punktförmige, von blossem Auge leicht sichtbare, oft ziemlich weite (von ⅕—½‴) Oeffnung, die in eine trichterförmige Höhle führt, die einerseits durch ihre im Verhältniss zur Grösse des Balges bedeutende Enge, anderseits durch ihre dicken Wandungen sich auszeichnet und meist mit einer graulichen schleimartigen Masse gefüllt ist.

Eine jede Balgdrüse (Fig. 181) ist eine dickwandige Kapsel, die aussen von einer mit den tiefen Lagen der *Mucosa* zusammenhängenden Faserhülle umgeben, innen von einer Fortsetzung der Mundhöhlenschleimhaut mit Papillen und Epithel ausgekleidet wird und zwischen beiden in einer zarten, faserigen, gefässreichen Grundlage eine gewisse Zahl grosser, ganz geschlossener Kapseln oder Follikel enthält Fig. 181 *g*), die bei einer Grösse von $1/10$—¼‴, runder oder länglichrunder Gestalt und weisslicher Farbe, den Kapseln der *Peyer*'schen und solitären Drüsen und den Bläschen der Milz und der Lymphdrüsen sehr ähnlich sind und aus einer 0,002—0,003‴ dicken, ziemlich festen Hülle aus mehr homogenem Bindegewebe ohne elastische Fasern und einem grauweissen Inhalt bestehen, der beim Anstechen eines Follikels als ein in Wasser sich zertheilendes Tröpfchen hervorquillt, und aus Flüssigkeit und geformten Theilchen gebildet wird. Erstere von alkalischer Reaction ist in äusserst geringer Menge da, so dass sie nur als Bindemittel der letztern erscheint, die aus 0,003—0,005‴ grossen Zellen

Fig. 181.

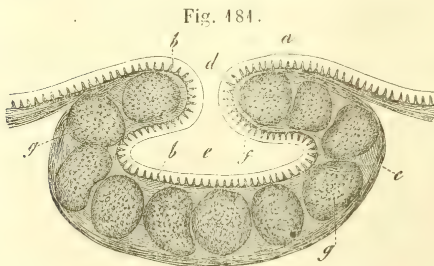


Fig. 181. Balgdrüse von der Zungenwurzel des Menschen. *a.* Epithel, das dieselbe auskleidet. *b.* Papillen. *c.* Aeussere Fläche der Balgdrüse mit der Bindegewebshülle. *e.* Höhlung des Balges. *f.* Epithel desselben. *g.* Follikel in der dicken Wand des Balges. — Vergrösserung 30.

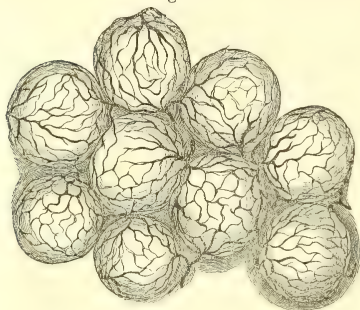
und freien Kernen von 0,002—0,0025‴ ohne besonderen Character bestehen. Essigsäure macht die Zellen granulirt und dadurch den Inhalt weisslich, schlägt jedoch keinen Schleim nieder, womit die Verschiedenheit des Inhaltes dieser Follikel vom Schleim und die Uebereinstimmung desselben mit dem der Milzkörperchen u. s. w. festgestellt ist. — Die Lagerung der Follikel ist meist so, dass dieselben eine fast zusammenhängende einfache Schicht zwischen der äussern Hülle und dem Epithel der Balgdrüsen bilden, doch findet man auch, wenigstens bei Thieren, stellenweise zwei Follikel hintereinander oder grössere Abstände derselben.

Die Gefässe der Balgdrüsen sind sehr zahlreich und lassen sich beim Menschen, mit Blut gefüllt, oft leicht verfolgen. Kleine Arterien treten von aussen her durch die Faserhülle ins Innere hinein, verästeln sich zwischen den einzelnen Follikeln aufsteigend zierlich baumförmig und enden in den Papillen und dann an den Follikeln. Die Gefässe der ersteren verhalten sich wie sonst in einfachen Papillen und sind entweder einfache oder zusammengestzte Schlingen; an den Follikeln findet sich rings um dieselben herum ein äussert hübsches und reichliches Netz, dessen feinste Gefässchen von 0,004—0,006‴ wellenförmig verlaufend unmittelbar auf der Haut der Kapsel ein mässig enges Maschenwerk darstellen. Die ableitenden Venen sammeln sich von den beiden genannten Orten her und sind weit und zahlreich. Auch Lymphgefässe scheinen nach *E. H. Weber (Meck. Arch.* 1827. S. 282) von diesen Drüsen zu kommen, und Nerven habe ich selbst an denselben wahrgenommen.

Die Mandeln oder Tonsillen sind nach meinen Untersuchungen nichts als ein Aggregat von einer gewissen Zahl (10 bis 20) zusammengesetzter Balgdrüsen, die fest untereinander verbunden und von einer gemeinsamen Hülle zusammengehalten, ein grösseres halbkugeliges Organ bilden und auch häufig mit ihren Oeffnungen in einige wenige zusammenfliessen. Jeder Abschnitt der Tonsille hat, so verschieden auch die Gestalt seiner Höhle und seine äussere Form ist, doch ganz denselben Bau. Geht man von der Mundhöhle aus, so ergibt sich, dass das Epithelium derselben auch in die einzelnen Höhlen der Tonsille eingeht und wenn auch etwas verdünnt dieselben bis in die letzten Nebenhöhlen vollständig auskleidet. Unter demselben trifft man eine grauliche, weiche, sehr gefässreiche, ½—⅓‴ dicke Membran, und nach aussen schliesslich noch eine derbe, relativ dicke Faserhülle, welche da, wo zwei Lappen oder Abschnitte der Tonsille sich berühren, denselben gemeinschaftlich angehört und an den äussern Enden derselben mit der gemeinschaftlichen Hülle des Organes zusammenhängt. Die weiche dicke Lage zwischen Epithel und Faserhülle hat dieselbe Zusammensetzung, wie die entsprechende Lage der Balgdrüsen der Zungenwurzel. Auch hier zeigen sich gegen das Epithel kegel- oder fadenförmige, selbst leicht ästige Papillen von 0,06—0,08‴ Länge, 0,01—0,03‴ Breite, dann im Innern rundliche, ganz geschlosse Follikel, einer dicht am andern, von derselben Grösse und mit demselben Inhalt wie dort, endlich ein weiches, dieselben verbindendes und zahl-

reiche Gefässe führendes Fasergewebe. Die Gefässe sind noch zahlreicher als in den Bälgen der Zunge, ihre Ramification jedoch im Ganzen dieselbe wie dort, nur dass die Papillen häufig mehrfache Schlingen führen und die Netze um die Kapseln (Fig. 182) noch reicher sind. Die Faserhülle endlich besteht aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und nimmt einzelne Fasern des obersten Schlundkopfschnürers auf. — Nerven sieht man wohl äusserlich an der Tonsille, und in den Papillen, doch habe ich hier so wenig wie in den Bälgen der Zunge, in der eigentlichen Haut der Follikel solche zu finden vermocht.

Fig. 182.



Wie die Mandeln und Schleimbälge der Zunge im Bau, so scheinen sie auch im Secret übereinzustimmen, doch ist dasselbe von den ersteren nicht leicht rein zu erhalten, weil dieselben auch Schleimdrüsengänge aufnehmen. Dasselbe ist eine grauweisse schleimartige Masse, die jedoch, so viel ich finde, keinen Schleimstoff enthält, sondern entweder nur aus losgestossenem Epithelium (Plättchen) besteht, oder aus solchem mit Zellen und Kernen gemengt, die ganz mit denen übereinstimmen, die die Follikel in den Wänden der einzelnen Höhlen enthalten. Wie die letzteren Zellen sich bilden und wo sie herstammen, weiss ich nicht. Es liegt nahe anzunehmen, dass dieselben aus geborstenen Follikeln kommen und möchte dies auch in der That für den Menschen zu statuiren sein, obschon nach dem, was die Untersuchung von Thieren lehrt, ein normales Bersten derselben kaum anzunehmen ist.

Beim Menschen ist es in sehr vielen Fällen ganz unmöglich, die geschilderten Follikel in den Wänden der Tonsillen zu finden, was ich mir aus den so sehr häufigen Erkrankungen, denen dieses Organ unterworfen ist, erkläre. Es scheinen nämlich bei den Entzündungen der Mandeln und ihren Folgen diese Follikel anzuschwellen, in ihrem Inhalte sich zu ändern und dann zu bersten. Die mit eiter- oder käseartigen Massen gefüllten geschlossenen Bälge, die man in erkrankten Tonsillen beschreibt, möchten, wenn sie eine gewisse Grösse nicht überschreiten, nichts anderes als solche Follikel sein und durch ihr Bersten jene Secretmassen liefern, die in den grösseren Höhlungen sich anhäufen. So kommt es, dass man so oft in den Wänden der Mandeln den normalen Bau nicht mehr erkennt, und höchstens noch geöffnete Follikel, meist nichts als eine granulirte, von Fasern und Gefässen durchzogene Masse mit Resten der Papillen und des Epithels findet. Auf der andern Seite haben aber die häufigen pathologischen Entartungen auch das Gute, dass man, wenn gerade der günstige Moment getroffen wird, alle Follikel vergrössert, jedoch noch geschlossen und prächtig injicirt findet, so dass dieselben unmöglich übersehen werden können. Ein solcher Fall einer hyperämischen Tonsille und vergrösserter Zungenbalgdrüsen mit Follikeln von 0,36—0,48‴ war es, dem ich die erste Kenntniss des eigentlichen Baues dieser Theile verdanke, die dann durch spätere Forschungen nur noch befestigt wurde. — Was beim Menschen schwer sich gewin-

Fig. 182. Gefässe einiger Follikel aus der Tonsille des Menschen von der Höhlung eines Balges aus betrachtet. Vergrösserung 60.

nen lässt, bieten viele Thiere mit Leichtigkeit dar und empfehle ich besonders die Tonsille des Schweines und Schafes und die Zungenbälge des Ochsen, dann Tonsillen ähnliche Organe nahe am Eingange des Larynx beim Schweine, Schafe und Ochsen, bei denen an frischen und in starkem Alcohol erhärteten Theilen der Bau stets leicht zu ermitteln ist.

Das Secret der Tonsillen anlangend, so ist, was man beim Menschen findet, an Leichen, wie sie eben zur Untersuchung kommen, in vielen Fällen sicher abnorm, so wenn die Höhlungen grössere Massen eines graulichen, gelblichen oder grünlichen, bald weicheren, bald consistenteren Schleimes, wenn man es so nennen darf, enthalten. Die Bestandtheile dieses Contentums sind grössere und kleinere einkernige Zellen, zum Theil exquisit fettig metamorphosirt, auch wohl mit Hohlräumen und Verdickungen der Membran, ferner Epithel (keine Flimmercylinder, wie *Valentin* angibt, mit denen vielleicht die untersten hier sehr langen Zellen des Pflasterepithels verwechselt wurden), hie und da auch häufig Cholestearinkrystalle und Fadenpilze. Schon normaler ist das Secret, wenn es nur aus Epithel und aus kleinen nicht fetthaltigen Zellen und freien Kernen, die letzteren zwei Elemente ganz gleich denen in den Follikeln, besteht, doch findet man auch von einem solchen häufig so bedeutende Massen, dass man ebenfalls an einen Excess der Bildung denken muss. Immerhin möchte ich solche Zellen und Kerne als das eigentliche Secret der Tonsillen betrachten, besonders weil auch bei Thieren, beim Schafe z. B., ein ganz ähnlicher Inhalt, freilich immer nur in geringen Mengen gefunden wird. Schwer hält es zu sagen, ob derselbe aus den Follikeln stammt oder nicht. Sicher ist, dass er mit dem Inhalt derselben auf ein Haar übereinstimmt und dass beim Menschen die Follikel auch bersten, allein ersteres könnte zufällig sein und letzteres nur krankhafter Weise erfolgen. Bei Thieren sieht man nämlich durchaus keine geborstenen Follikel, so oft man auch eine Tonsille untersucht; immer sind dieselben ganz geschlossen und zieht sich noch das Epithel über dieselben hin, so dass man zum Glauben kommt, das Secret bilde sich selbständig aus einem in die Hohlräume des Organes ausschwitzenden Stoffe. Dass so etwas möglich ist und anderwärts in ähnlicher Weise sich findet (Eiterbildung auf Schleimhäuten, die ihr Epithel noch haben), ist nicht zu läugnen und die Schwierigkeit, die sich einer solchen Auffassung entgegenstellt ist eigentlich nur die, dass dann die Bedeutung der Follikel der Tonsille und der Zungenbälge (für die alles Bemerkte ebenfalls gilt), eine sehr räthselhafte wird. Wenn dieselben nicht zeitenweise bersten, so könnten sie, ihre Beziehung zur Secretion festgehalten, nur dadurch von Nutzen sein, dass sie im Innern einen Saft elaborirten, der, wenn er später in die Hohlräume der Drüse hineingelangte, vor Allem geeignet wäre, das eigentliche Secret derselben zu bilden. Uebrigens führt die Aehnlichkeit der fraglichen Follikel mit denen der solitären und *Peyer*'schen Drüsen vor allem, dann mit denen der Milz und Lymphdrüsen, noch eine andere Reihe der Möglichkeiten herbei, bei der ich mich jedoch nicht weiter aufhalten will, weil auch bei allen den genannten Theilen die anatomischen Thatsachen und die physiologischen Beziehungen noch keineswegs vollständig festgestellt sind.

3. Speicheldrüsen.

§. 136.

Die Speicheldrüsen, *Glandulae salivales*, d. h. die *Parotis*, *Submaxillaris*, *Sublingualis* und die *Rivini*'schen Drüsen, stimmen in ihrem Bau so sehr mit den traubenförmigen Schleimdrüschen überein, dass eine detaillirte Beschreibung derselben ganz überflüssig ist. Dieselben sind zusammengesetzte traubige Drüsen und können als Aggregate von vielen Schleimdrüschen aufgefasst werden. Die Läppchen erster und

zweiter Ordnung nämlich, die man an diesen Drüsen wahrnimmt, entsprechen die letzteren den ganzen Schleimdrüschen, die ersteren den einzelnen Läppchen derselben. Die Läppchen zweiter Ordnung treten dann zu noch grösseren Abtheilungen zusammen und eine gewisse Zahl von solchen bildet die ganze Drüse. Die Ausführungsgänge sind, entsprechend der Zahl der Drüsenunterabtheilungen, mehr oder weniger verästelt und verhalten sich schliesslich in ihren Enden wie die der Schleimdrüschen.

Die feinere Zusammensetzung der Speicheldrüsen bietet ebenfalls nichts Bemerkenswerthes dar. Die Drüsenbläschen messen bei allen drei Drüsenarten gleichmässig 0,016 — 0,024 — 0,03''', sind ebenso verschieden geformt wie bei den Schleimdrüschen und gehen in ähnlicher Weise wie dort aus den Ausführungsgängen hervor. Ihre *Membrana propria* ist häufig doppelt contourirt und inwendig immer mit einem Pflasterepithel belegt, dessen 0,005 — 0,008''' grosse, einkernige Zellen bei grobem Ausquetschen einer Drüse in schönen Folgen sich erhalten lassen und durch eine grössere Zahl von Fettkörnchen auch wohl Pigmentkörnchen vor denen der meisten Schleimdrüschen sich auszeichnen, daher auch die Drüsenbläschen selbst ziemlich dunkel erscheinen. Essigsäure trübt hier wie dort den Inhalt der Zellen und klärt dieselben auch im Ueberschusse nicht, wesshalb dieselbe zur Untersuchung nicht zu empfehlen ist, mehr das sehr verdünnte Natron, das die Epithelzellen *in situ* erkennen lässt.

Die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen sind von einem Cylinderepithelium in einfacher Schicht ausgekleidet, dessen Zellen bis 0,016''' Länge messen, der übrige Theil der Wand, der beim *Ductus Stenonianus* sehr dick ist, viel dünner bei den andern, hat einen festen derben Bau und besteht aus Bindegewebe mit vielen sehr dichten Netzen von feinen und mitteldicken elastischen Fasern. Nur beim *Ductus Whartonianus* zeigt sich nach aussen vom Epithel und einer Doppellage von elastischen Häuten, deren Elemente der Quere und Länge nach ziehen, eine mit grosser Mühe nachweisbare und zu isolirende schwache Lage von glatten Muskeln, mit kurzen, nicht sehr zierlichen Kernen von 0,004 bis 0,006''', höchstens 0,008''', welche Längsfaserschicht noch von einer Lage von Bindegewebe mit elastischen Fäserchen bedeckt ist.

Die Gefässe der Speicheldrüsen sind sehr zahlreich und zeigen den gewöhnlichen Bau. Die Capillaren bilden weite Netze, in welche die Drüsenbläschen eingebettet sind, so dass jedes Bläschen von mehreren Seiten her Blut erhält, und messen 0,003—0,004'''. Auch an den Ausführungsgängen sind ziemlich viele Gefässe vorhanden. Saugadern finden sich in den Speicheldrüsen ebenfalls, doch ist ihr Verhalten im Innern unbekannt. Nerven treten vom *Plexus caroticus externus* aus mit den Gefässen ins Innere der Drüsen; ausserdem versorgt auch das *Ganglion linguale (Lingualis* und *Chorda tympani)* die zwei kleineren Drüsenpaare und der *Facialis* und wahrscheinlich der *Auricularis anterior* die *Parotis.* Mit Bezug auf die Ausbreitung dieser zahlreichen Nerven bemerke ich, dass es auch hier unmöglich ist, in den kleinsten Drüsenläppchen Nerven zu

finden, wogegen man dieselben an den grösseren Gefässen und an den Ausführungsgängen leicht findet. Besonders zahlreiche Nervennetze von Fasern von 0,001—0,002‴ sah ich bei Thieren an den *Rivini*'schen Gängen.

Das Secret der Speicheldrüsen ist normal ohne geformte Bestandtheile, kann jedoch zufälliger Weise cylindrische Zellen der Ausführungsgänge oder einzelne, halb zersetzte Zellen aus den Drüsenbläschen enthalten. In seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften scheint dasselbe bei den verschiedenen Speicheldrüsen etwas zu differiren. Der Parotidenspeichel ist klar und flüssig und enthält keinen Schleimstoff, ebenso wenig als die Drüsenbläschen selbst. Das Secret der *Submaxillaris* fanden *Bernard* und *Jacubowitsch* bei Hunden fadenziehend und zähe, ebenso ist auch ein wässeriger Auszug der Drüse selbst nach *Bernard* schleimig; beim Menschen trifft man im geöffneten *Ductus Whartonianus* gewöhnlich eine Art Schleim in geringer Menge, der jedoch vorzüglich aus Cylinderepithel und zersetzten Epithelzellen der Drüsenbläschen besteht, und nur in Minimo eine in Essigsäure gerinnende Substanz enthält, die vielleicht Schleim ist. In den Drüsenbläschen dagegen zeigt sich beim Ausquetschen derselben in der Regel ziemlich viel in Essigsäure fadig gerinnender Schleim. Noch mehr Schleim enthalten die Bläschen der eigentlichen *Sublingualis*, ebenso zeigt der *Ductus Bartholinianus* solchen gewöhnlich deutlich und was die *Rivini*'schen Gänge betrifft, so sind dieselben beim Menschen und bei Thieren mit demselben gelblichen, zähen, durch Essigsäure exquisit fadig gerinnenden, amorphen Schleime gefüllt, den man auch in den Gängen der kleinen Schleimdrüschen findet, während die Drüsenbläschen selbst ebenfalls den schönsten Schleim enthalten. — Diesem zufolge scheinen wenigstens die *Rivini*'schen Drüsen, wie ich sie nennen will, aus der Reihe der Speicheldrüsen gestrichen werden zu müssen, und was die drei grösseren Drüsen anlangt, so möchte auch ihr Speichel nicht ganz gleich beschaffen sein, sondern bald etwas Schleim enthalten (*Submaxillaris* und besonders *Sublingualis*), bald desselben ermangeln (*Parotis*).

Es ist hier der Ort, etwas von den Speichel- oder Schleimkörperchen der Autoren zu bemerken, rundlichen Zellen von 0,005‴ Grösse, mit einem oder mehreren Kernen, welche so zu sagen constant in der Mundflüssigkeit sich finden und von den meisten Autoren aus den Schleim- oder den Speicheldrüsen abgeleitet werden, jedoch mit Unrecht, da eine Untersuchung der beiderlei Drüsen und ihrer Ausführungsgänge lehrt, dass dieselben keine geformten Bestandtheile ausscheiden. Die Schleimkörperchen sind, meiner Ansicht zufolge, nichts anderes als Productionen der Mundhöhlenschleimhaut und zwar, wenn auch fast constante, doch keine normalen, sondern eine Art Exsudat- oder Eiterkörperchen, mit denen sie auch im Bau anerkanntermaassen die grösste Aehnlichkeit haben. Manche Autoren erklären dieselben für abortive Epithelialzellen der Mundhöhle, allein dann müsste an den Stellen, wo dieselben sich finden, das Epithel seiner obersten Lagen, der abgeplatteten grossen Zellen, beraubt sein, was durchaus nicht der Fall ist. Ich wenigstens finde an mir die Schleimkörperchen am Zahnfleisch, an den Lippen, Wangen, auf der Zunge an Stellen, wo das Epithel ganz unverletzt ist, und

kann durch Kratzen mit einem Messer oft ganze Lamellen von Epithelialplättchen bedeckt von Schleimkörperchen erhalten. Hiermit soll nicht gesagt sein, dass wenn durch diese oder jene Eingriffe kleine wunde Stellen, etwa am Zahnfleisch u. s. w., sich bilden, wo das Epithel ganz oder grösstentheils fehlt, oder wenn in Folge von Krankheiten das Epithel massenhaft verloren geht, hier nicht auch Schleim oder Exsudatkörperchen wie sonst an wunden Flächen sich bilden können, die dann, wenn man will, für nicht zur Entwicklung kommende Epithelzellen gehalten werden können, nur so viel, dass dies unter gewöhnlichen Verhältnissen in der Mundhöhle nicht der Fall ist. Ich betrachte mithin die sogenannten Schleim- oder Speichelkörperchen als Exsudatkörperchen und ganz verschieden von den Epitheliumzellen und parallelisire ihre Bildung derjenigen der Eiterkörperchen bei Catarrhen, die ebenfalls sehr häufig auf den unverletzten Epithelien statt hat. So erklärt sich dann leicht, dass dieselben bei manchen Individuen fast gänzlich fehlen, bei andern, wo Irritationen der Mundhöhle häufig sind, in grosser Menge sich finden und dass dieselben auch in einem Speichel, der zu einer Fistel herauskam, gefunden wurden (*Sebastian* in *van Setten Diss. de saliva* 1837, pg. 12).

Zur Untersuchung der Mundhöhlenschleimhaut sind vorzüglich senkrechte, an frischen oder in *Alcohol absolutus* erhärteten oder getrockneten Stücken gemachte Schnitte nöthig, an denen Papillen und Epithel sehr deutlich sind und durch ein sehr verdünntes caust. Natron noch klarer werden, wobei auch die tiefsten senkrechten Epithelzellen leicht zur Anschauung kommen. An macerirten Stücken studirt man die Papillen, oder, wenn man nur Lage und Form derselben kennen lernen will, an mit concentrirtem caust. Kali behandelten senkrechten oder Flächenschnitten, an denen das Epithel durch das Reagens sich löst. Ebenso verfährt man bei den Zungenpapillen, deren Epithel übrigens häufig, namentlich bei den *Filiformes*, nicht mehr ganz getroffen wird. Die Nerven aller dieser Theile sieht man durch verdünntes caust. Natron noch am besten, manchmal dient auch Essigsäure. Die Zungenmuskulatur ist durch feine Präparation zu erforschen und gelangt man durch dieses Mittel schon sehr weit, namentlich an lang in Spiritus gelegenen, halb macerirten Zungen. Frische Zungen sind auch verwendbar, doch lange nicht so gut und ist es meist nöthig, dieselben so lange zu kochen, bis sie ganz weich sind. Um Schnitte für das Mikroskop zu gewinnen, kann man die Zunge trocknen oder in starkem Alcohol erhärten oder hart kochen. In allen drei Fällen ist das Natron sehr dienlich zur Aufhellung, obschon dasselbe die Muskelfasern allerdings etwas angreift. Zu empfehlen sind senkrechte Längs- und Querschnitte in verschiedenen Richtungen, namentlich auch durch die Drüsenregion. Von den Drüsen ist das Wichtigste bereits angegeben.

Literatur. *W. Bowman*, Art.: *Mucous membrane* in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy, Apr.* 1842; *E. H. Weber*, Ueber die Schleimbälge und zusammengesetzten Drüsen der Zunge und über den Bau der *Parotis*, in Meckel's Arch. 1827, St. 276 und 280; *A. Sebastian*, *Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur les glandes labiales, Groningue* 1842; *N. Ward*, Art.: *Salivary glands*, in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy, Sept.* 1848, *Part. XXXIII. pg.* 421; *C. Rahn*, Einiges über die Speichelsecretion, Zürich 1850; *C. Ludwig*, Neue Versuche über die Beihülfe der Nerven zur Speichelsecretion, in Mitth. der Zürch. nat. Ges. 1850, No. 53 u. 54 und Zeitschr. f. rat. Med. 1851; *C. J. Baur*, Ueber den Bau der Zunge, in Meckel's Archiv 1822, St. 350; *P. N. Gerdy*, *De la structure de la langue*, in *Recherches d'anatomie, de physiologie et de pathologie, Paris* 1823; *P. F. Blandin, Sur la structure de la langue*, in *Archiv. génér. de médecine* 1823; *J. Zaglas*, *On the muscular structure of the tongue of man and certain of mammalia*, in *Annals of Anatomy and Physiology ed. by J. Goodsir* 1850, I. pg. 1; *H. Hyde Salter*, Art.: *Tongue*, in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy, IV. Jun. and Sept.* 1850; *C. B. Brühl*, Ueber den Bau der Zunge der Haussäugethiere, in: Kleine Beiträge zur Anatomie d. Haussäugethiere. Wien 1850, St. 1—6; *Sappey*, Ueber die Lymphgefässe der Zunge, in *Compt. rend.* 1847, pg. 26 und Fr. Not.

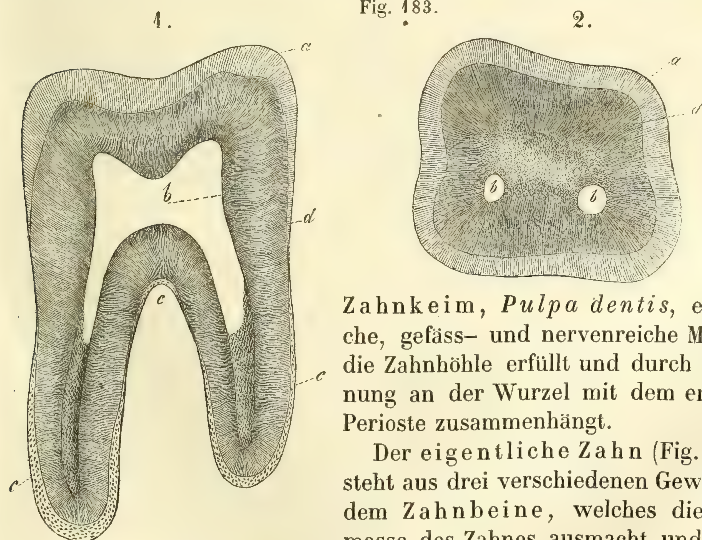
1848, VI. pg. 88. — Ausserdem vergleiche man die anatomischen Werke von *E. H. Weber*, *Valentin* (im Handw. d. Phys.), *Todd-Bowman, Henle, Arnold, Huschke, Krause* und mir, die Abbildungen von *Berres, Arnold* und *Langenbeck*.

D. Von den Zähnen.

§. 137.

Die Zähne, *Dentes*, sind harte, in die Alveolarfortsätze der Kiefer eingefügte Organe, die, obschon in ihrem Bau den Knochen zum Theil ganz gleich, zum Theil nahe verwandt, doch ihrer Entwicklung zufolge als Schleimhautgebilde anzusehen sind.

An jedem Zahn unterscheidet man den eigentlichen Zahn und die Weichgebilde. Der erstere zerfällt in einen freien Theil, die Krone, *Corona*, und in die in der Zahnhöhle befindliche ein- oder mehrfache Wurzel, *Radix*, über deren verschiedene Formen die Handbücher der Anatomie zu befragen sind, und enthält im Innern eine kleine Höhle, die Zahnhöhle, *Cavum dentis*, die, canalartig verlängert, *Canalis dentalis*, auch in die Wurzeln sich erstreckt und an der Spitze einer jeden mit einer einfachen, selten doppelten *(Havers, Raschkow)* feinen Oeffnung ausgeht. Zu den Weichtheilen gehört einmal das Zahnfleisch, *Gingiva*, eine härtliche, von der Schleimhaut und dem Kieferperioste zugleich gebildete Masse, die die untere Hälfte der Krone oder den Hals des Zahnes, *Collum*, umgibt, zweitens das Periost der Zahnhöhle, das den Zahn sehr fest mit der Alveole verbindet endlich der Zahnkeim, *Pulpa dentis*, eine weiche, gefäss- und nervenreiche Masse, die die Zahnhöhle erfüllt und durch die Oeffnung an der Wurzel mit dem erwähnten Perioste zusammenhängt.



Der eigentliche Zahn (Fig. 183) besteht aus drei verschiedenen Geweben: 1) dem Zahnbeine, welches die Hauptmasse des Zahnes ausmacht und im All-

Fig. 183. Backzahn des Menschen etwa 5 mal vergr. 1. Der Länge, 2. der Quere nach durchschnitten. *a.* Schmelz, *b.* Pulpahöhle, *c.* Cement, *d.* Elfenbein mit den Zahncanälchen.

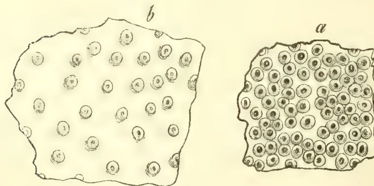
gemeinen dessen Form bestimmt, 2) dem Schmelz, der einen ziemlich dicken Ueberzug an der Krone bildet und 3) dem Cement, das die Wurzel äusserlich überzieht.

§. 138.

Das Zahnbein oder Elfenbein, *Substantia eburnea*, *Ebur*, *Dentine* der Engländer (Fig. 183. *d*), ist gelblichweiss, auf dünnen Schnitten eines frischen Zahnes durchscheinend bis durchsichtig, getrocknet durch Luftaufnahme in ein besonderes Canalsystem weiss, mit Atlas- oder Seidenglanz. An Härte und Sprödigkeit übertrifft dasselbe die Knochen bedeutend und ebenso das Cement, steht jedoch wiederum dem Schmelze nach. Dasselbe begrenzt mit Ausnahme einer ganz kleinen Stelle an der Wurzel das *Cavum dentis* ganz allein und liegt an einem unversehrten nicht abgeschliffenen Zahne nirgends zu Tage, indem es auch am Halse desselben, wenn auch nur von dünnen Lagen von Schmelz und da, wo derselbe aufhört, von Cement überzogen ist.

Das Zahnbein besteht aus einer Grundsubstaz und vielen in derselben verlaufenden Röhrchen, den Zahnröhrchen, Zahncanälchen, *Canaliculi dentium*. Die erstere ist an frischen Zähnen auch in den feinsten Schliffen ganz homogen, ohne Spur einer Zusammensetzung aus Zellen, Fasern oder andern Elementen. Nach dem Ausziehen der Kalksalze des Zahnbeines zeigt dieselbe dagegen eine grosse Geneigtheit parallel den Zahnröhrchen in gröbere Fasern zu zerreissen, von denen dann auch feinere Fasern von 0,002 — 0,003''' Breite sich abtrennen lassen, welche jedoch schon durch ihre unregelmässige Gestalt als Kunstproducte sich kundgeben und in der That ihre Entstehung einzig dem Umstande verdanken, dass die Zahnröhrchen alle dicht beisammen und einander parallel durch das Elfenbein verlaufen. Die Grundsubstanz ist in allen Theilen des Elfenbeines, jedoch nicht überall in gleicher Menge vorhanden. Im Allgemeinen ist sie in der Krone spärlicher als in der Wurzel und gegen die Zahnhöhle zu in geringerer Menge vorhanden als in den äusseren an Schmelz und Cement grenzenden Theilen.

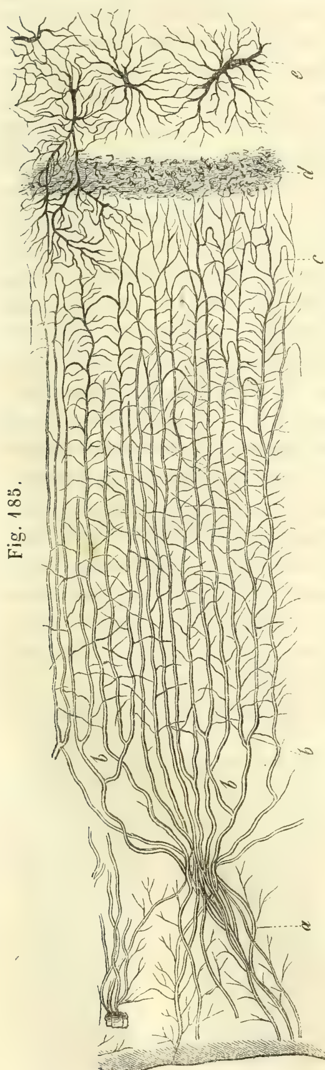
Fig. 184.

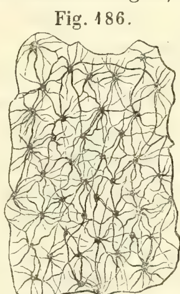


Die Zahncanälchen (Fig. 184, 187) sind mikroskopische 0,0006—0,001''', an der Wurzel zum Theil bis 0,002''' weite Röhrchen, welche mit freien Mündungen an der Wand der Zahnhöhle beginnen und durch die ganze Dicke des Zahnbeines bis an den Schmelz und das Cement verlaufen. Ein jedes Canälchen hat eine besondere, in ihrer Dicke dem Durchmesser desselben nachstehende Wand, die nur an

Fig. 184. Querschnitt von Zahncanälchen, so wie man sie gewöhnlich sieht, 450 mal vergr. *a*. Canälchen sehr dicht stehend, *b*. dünner.

querdurchschnittenen Canälchen, jedoch auch da nicht immer, als ein schmaler gelblicher Ring um sein Lumen zu erkennen ist, an Längsansichten dagegen dem Blicke fast ganz sich entzieht. Im Leben enthalten die Canälchen eine helle Flüssigkeit und sind daher an frischen Präparaten nicht so leicht zu sehen; anders in trocknen Schliffen, wo sie mit Luft sich füllen und einzeln bei durchfallendem Lichte als schwarze Linien, bei Beleuchtung von oben als silberglänzende Fäden sich kund geben. Der ungemein grossen Zahl der Canälchen wegen, die an vielen Orten so bedeutend ist, dass dieselben mit ihren Wänden sich fast berühren, erscheinen auch trockne Schliffe milchweiss und sind, wenn sie nicht ganz dünn sind, für die mikroskopische Untersuchung unbrauchbar, ausser wenn durch Zusatz einer beliebigen hellen, nicht zähen Flüssigkeit die Luft aus den Canälchen vertrieben wird.





Der Verlauf der Zahncanälchen zeigt gewisse constante Verhältnisse, die am besten aus den Fig. 183 u. 187 sich entnehmen lassen, und ist nicht geradlinig, sondern wellenförmig; ausserdem zeigen dieselben auch noch zahlreiche Verästelungen und Anastomosen. Ein jedes Canälchen beschreibt in der Regel 2 oder 3 grosse Ausbiegungen und eine sehr grosse Zahl (bis auf 200 auf 1''' *Retzius)* kleine Krümmungen die bald stärker, bald schwächer ausgesprochen sind, hie und da selbst als wirkliche Knickungen oder spiralige Windungen erscheinen. Die Verästelungen der Canälchen (Fig. 185. 186) zeigen sich einmal als Theilungen und dann als wirkliche Abzweigungen. Die ersten

Fig. 185. Zahncanälchen der Wurzel, 350 mal vergr. *a*. Innere Oberfläche des Zahnbeines mit spärlichen Röhren. *b*. Theilungen derselben. *c*. Endigungen mit Schlingen. *d*. Körnige Schicht bestehend aus kleinen Zahnbeinkugeln an der Grenze des Zahnbeines. *e*. Knochenhöhlen, eine mit Zahncanälchen anastomosirend. Vom Menschen.

Fig. 186. Querschnitt durch die Zahncanälchen der Wurzel *a*, um ihre ungemein zahlreichen Anastomosen zu zeigen, 350 mal vergr. Vom Menschen.

finden sich sehr häufig nahe am Ursprunge der Röhrchen aus der Zahnhöhle und sind fast immer Bifurcationen, so dass ein Canälchen unter einem spitzen Winkel in zwei demselben an Lumen fast gleichkommende zerfällt. Diese Theilungen können sich im Ganzen 2 bis 5 Male, ja noch öfter wiederholen, so dass schliesslich aus einem einzigen Canälchen 4, 8, 16 und noch mehr hervorgehen. Die nach diesen Theilungen schon engeren Canälchen laufen dann ziemlich parallel und nahe beisammen gegen die Oberfläche des Zahnbeines hin und bieten mit Ausnahme der Wurzeln erst in der äussern Hälfte oder im äussern Drittheil wieder Ramificationen dar, die an der Wurzel mehr als feine von den Hauptröhrchen abgehende Zweige, an der Krone als gabelige Theilungen ihrer Enden erscheinen. Im letztern Falle sind dieselben meist spärlich, anders im ersten, wo die meist dicht beisammen stehenden und unter rechten oder spitzen Winkeln von den Canälchen abtretenden Aeste denselben bald das Bild einer Feder, bald eines Pinsels geben, letzteres namentlich dann, wenn die Zweige länger sind und noch weiter sich verästeln. Je nach der Zahl der Verästelungen sind die Enden der Zahnröhrchen mehr oder weniger fein, häufig so sehr, dass sie nur noch als feinste, blasse Linien, wie Bindegewebsfibrillen, erscheinen und schliesslich dem Blicke sich entziehen. Wo dieselben deutlich sind, verlieren sie sich entweder an der Oberfläche des Zahnbeins zum Theil in einer später zu beschreibenden körnigen Schicht, oder sie gehen in die innersten Theile des Schmelzes und Cementes hinein oder endlich sie hängen noch im Zahnbein je zu zweien schlingenförmig zusammen (Endschlingen der Zahncanälchen). Die Zweige der Hauptcanälchen sind fast immer sehr fein, meist einfach, auch wohl verästelt und dienen, wie sich am schönsten an der Wurzel nachweisen lässt, wo dieselben ungemein zahlreich sind, um benachbarte oder auch entfernter stehende Canälchen zu verbinden, welche Anastomosen entweder als einfache Querbrücken oder als Schlingen auftreten. Die letzten Zweige verhalten sich wie die gabelförmigen oder einfachen Enden der Hauptcanälchen und enden entweder im Zahnbein frei oder mit Schlingen oder gehen über dasselbe hinaus. —

Die chemische Zusammensetzung des trocknen Zahnbeins ist nach *v. Bibra* folgende:

	Backzahn eines 25jähr. Weibes	Backzahn eines Mannes	Schneidezahn desselb. Mannes
Phosphorsaurer Kalk und etwas Fluorcalcium . .	67.54	66.72	
Kohlensaurer Kalk	7.97	3.36	
Phosphorsaurer Talk . . .	2.49	1.08	
Salze	1.00	0.83	
Knorpel	20.42	27.61	
Fett	0.58	0.40	
	100.00	100.00	
Organische Substanz . . .	21.00	28.01	28.70
Anorganische Substanz . .	79.00	71.99	71.30

In frischen Zähnen fand *Pepys* 28 Knorpel-, 62 anorganische Substanz, 10 Wasser und Verlust, und nach *Tomes* verlieren Zähne nach Entfernung der Pulpa beim Trocknen 1/8—1/17 an Gewicht. Die organische Grundlage der Zähne, die bei Behandlung derselben mit Salzsäure leicht erhalten werden kann, ist derjenigen der Knochen ganz identisch und verwandelt sich beim Kochen leicht in Leim. Dieser sogenannte Zahnknorpel behält zugleich ganz die Form des Zahnbeins, und abgesehen davon, dass die Röhrchen schwer zu sehen sind, auch seinen innern Bau. Macerirt man denselben in Säuren oder Alkalien, bis er ganz weich wird, so findet man die Grundsubstanz in Auflösung begriffen, dagegen die Zahnröhrchen mit ihren Wänden noch erhalten und leicht in Menge zu isoliren (m. *Mikr. Anat.* II. 2. St. 61. Fig. 189). Bei noch längerer Maceration löst sich alles auf. Glüht man Zähne, so bleiben die anorganischen Theile ebenfalls in der Form des Zahnes zurück, ebenso wenn man dieselben mit caustischen Alkalien behandelt. Mithin ist beim Zahnbein wie beim Knochen, mit dem es in seiner chemischen Zusammensetzung so sehr übereinstimmt, eine innige Mengung der anorganischen und organischen Theile vorhanden.

Die scheinbaren Wandungen der Zahnröhrchen die man an Querschnitten gewöhnlich sieht (Fig. 184), sind nicht die wirklichen Wandungen der Canälchen, sondern Ringe, die dadurch entstehen, dass man an den nie ganz feinen Schliffen die Canälchen immer in einer gewissen Länge sieht, was bei ihrem gebogenen Verlauf den Wandungen eine grössere Dicke gibt als sie besitzen. Bringt man an einem Querschnitt genau die Mündungen der Canälchen in den Focus, so nimmt man statt des dunklen Ringes nur einen gelblichen, ganz schmalen Saum wahr und diesen halte ich für die wirkliche Wand. Dass dem so ist, lehren Quer- und schiefe Schnitte mit Flüssigkeit gefüllter Canälchen, an denen man kurze gelbliche Röhrchen und kleine Ringe von fast demselben Durchmesser wie die *Lumina* der Röhrchen deutlich erkennt.

Das Zahnbein zeigt nicht selten Andeutungen einer Schichtung, die an Längsschnitten in Gestalt von bogenförmigen, den Umrissen der Krone mehr oder weniger parallel laufenden, verschieden dicht, oft ganz nahe beisammenstehenden Linien (Fig. 187), an Querschnitten als Ringe erscheinen und besonders in der Krone deutlich sind. Diese, von *Owen* sogenannten Contourlinien, sind von den von *Schreger* bemerkten, der Pulpahöhle genau parallel laufenden, schillernden, undeutlich

Fig. 187.

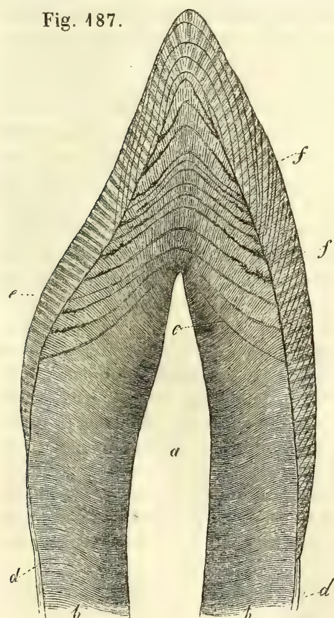


Fig. 187. Spitze eines Schneidezahnes in senkrechtem Durchschnitt, 7mal vergr. *a.* Pulpahöhle. *b.* Elfenbein. *c.* Bogenförmige Contourlinien mit Interglobularräumen. *d.* Cement. *e.* Schmelz mit Andeutung des Verlaufes der Fasern in verschiedenen Richtungen. *ff.* Farblinien des Schmelzes. Vom Menschen.

begrenzten Streifen, die von den Hauptbiegungen der Zahnröhrchen herrühren, verschieden und der Ausdruck der schichtenweisen Ablagerung des Zahnbeines. Bei Thieren sind dieselben mitunter ausnehmend schön, namentlich bei Cetaceen und Pachydermen (Zeuglodon, Dugong, Elephant) auch beim Wallross, und hier beobachtet man dann auch sehr häufig an fossilen Zähnen ein Zerfallen des Elfenbeins in Lamellen *(Owen)*, wovon auch Andeutungen beim Menschen an frischen Zähnen und beim Zahnknorpel sich finden.

An der Krone gehen die Zahncanälchen nicht selten etwas in den Schmelz hinein und erweitern sich hie und da zu grössern Höhlungen (Fig. 191), die wohl mehr als pathologisch anzusehen sind. Ebenfalls nicht ganz gesetzmässige Bildungen sind die Interglobularräume im Zahnbeine selbst (Fig. 188). Mit diesem Namen bezeichnet *Czermák* sehr unregelmässige, von kugeligen Vorsprüngen des Zahnbeins begrenzte Höhlungen, die so zu sagen in keinem Zahne ganz fehlen. In der Krone zeigen sich dieselben am häufigsten in der Nähe des Schmelzes und bilden oft eine längs der ganzen innern Schmelzfläche sich erstreckende, dünne gebogene Lage, die, genauer angesehen, aus vielen, die Enden der Contourlinien einnehmenden dünnen Lagen besteht (Fig. 187), doch kommen sie auch weiter einwärts vor, jedoch immer (auf Längsschliffen) in Linien, welche den Contourlinien entsprechen. Die Räume selbst sind hier bald sehr ausgedehnt und viele Zahncanälchen durchsetzend oder in ihrem Laufe unterbrechend, bald ganz klein, so dass nur einige wenige Röhrchen von ihnen getroffen werden. Im ersteren Falle ergeben sich die Begrenzungen derselben deutlich als kugelige Hervorragungen von 0,002 — 0,012''' und darüber, die ganz von demselben Ansehen wie das Zahnbein und auch von Zahncanälchen durchbohrt, offenbar nichts als Theile desselben sind, während im letzteren solche »Zahnbeinkugeln«, wie ich sie nennen will, nicht immer deutlich sind. Namentlich gilt dies von den kleinsten Räumen, die ihrer zackigen Gestalt und der auch mit ihnen in Verbindung stehenden Zahnröhrchen wegen für Knochenkörperchen im Zahnbein gehalten werden könnten und auch schon so aufgefasst wurden, doch gelingt es auch bei diesen wenigstens in der Krone fast immer ihre Uebereinstimmung mit den grösseren Räumen zu erkennen. Schwieriger ist dies an der Wurzel, wo kleinere Interglobularräume und Kugeln eine körnige Schicht *(granular layer, Tomes)* bilden, die oft wie eine Lage kleiner Knochenhöhlen oder einfacher Körner aussieht. Wirkliche Knochenhöhlen habe ich in normalem Zahnbein nur selten und immer nur an der Cementgrenze gesehen (Fig. 185), dagegen kommen Interglobularräume und Zahnbeinkugeln auch im Innern des Zahnbeines der Wurzel und besonders schön an den Wänden der Zahnhöhle vor, an welch letzterem Orte die Kugeln oft schon von blossem Auge sichtbare Unebenheiten, ja selbst tropfsteinartige Bildungen erzeugen. Die Interglobularräume, die beim sich bildenden Zahne normal sind, enthalten im Leben kein Fluidum, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, sondern eine weiche, mit dem Zahnknorpel übereinstimmende und ganz wie Zahnbein gebildete Substanz mit Röhrchen, die auffallender Weise bei langer Maceration in Salzsäure resistenter ist als die Grundsubstanz des wirklich verknöcherten Zahnes

Fig. 188.

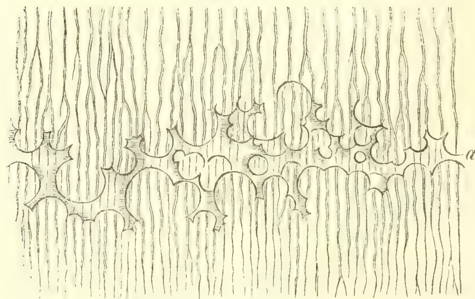


Fig. 188. Ein Stückchen Zahnbein mit Zahnbeinkugeln und lufterfüllten Räumen (Interglobularräumen) zwischen denselben, 350 mal vergr.

und desswegen gerade wie die Zahnröhrchen sich vollständig isoliren lässt. An Schliffen trocknet diese »Interglobularsubstanz« meist so ein, dass ein *Cavum* entsteht, welches Luft aufnimmt und eigentlich kann nur an solchen von Interglobularräumen die Rede sein. Manche Zähne zeigen zwar keine Interglobularsubstanz, wohl aber noch theilweise die Umrisse von Zahnbeinkugeln in Form zarter bogenförmiger Linien *(Owen's dentinal cells)*.

Ein Zahnbein mit Haversischen Canälen, sogenannte *Vasodentine Owen*, wie es bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen sehr selten, und ist mir nur ein von *Tomes* beobachteter Fall bekannt (l. c. pg. 225), in welchem die Gefässcanäle zahlreicher waren, dagegen sieht man hie und da im Zahnbein, das bei Obliteration der Pulpahöhle sich bildet, neben mehr unregelmässigen Zahnröhrchen einzelne Haversische Canäle und rundliche Höhlungen, die wie Knochenkörperchen sich ausnehmen, sogenannte *Osteodentine Owen*.

§. 139.

Der Schmelz, *Substantia vitrea*, das Email, überzieht als eine zusammenhängende Schicht die Krone des Zahnes, ist an der Kaufläche und in der Nähe derselben am mächtigsten und nimmt gegen die Wurzel immer mehr ab, bis er schliesslich und zwar an den einander zugewendeten Flächen der Kronen früher, später an den inneren und äusseren Seiten derselben mit einem bald scharfen, bald leicht zackigen Rande ganz dünn ausläuft. Die äussere Fläche des Schmelzes erscheint glatt, besitzt jedoch fast immer zarte, dicht beisammenstehende Querleistchen, neben denen auch stärker ausgeprägte ringförmige Wülste vorkommen können. Ein zartes, von *Nasmyth* entdecktes Häutchen, das ich Schmelzoberhäutchen nennen will, deckt denselben ganz zu, ist jedoch so innig mit ihm verbunden, dass es nur durch Anwendung von Salzsäure nachzuweisen ist. Eine ähnliche Haut soll nach *Berzelius* und *Retzius* zwischen der innern meist unebenen Oberfläche des Schmelzes und dem Zahnbeine sich befinden, konnte jedoch von mir nicht gefunden werden. Der Schmelz ist bläulich, auf dünnen Schliffen durchscheinend, viel spröder und härter als die andern Substanzen des Zahnes, so dass er vom Messer kaum angegriffen wird und mit dem Stahle Funken gibt *(Nasmyth)*. In chemischer Beziehung kann derselbe als Knochensubstanz mit einem Minimum von organischer Substanz, von der jedoch noch nicht ausgemacht ist, ob sie zum leimgebenden Gewebe gehört, angesehen werden, er enthält nämlich nach *Bibra:*

	Von einem Backzahn eines Weibes v. 25 Jahren.	Von einem Backzahn eines erwachsenen Mannes.
Phosphorsauren Kalk mit etwas Fluorcalcium	81.63	89.82
Kohlensauren Kalk	8.88	4.37
Phosphorsaure Talkerde	2.55	1.34
Salze	0.97	0.88
Knorpel	5.97	3.39
Fett	Spur	0.20
	100.00	100.00
Organische Substanz	5.97	3.59
Anorganische Theile	94.03	96.51

Der Schmelz besteht, wie schon sein faseriger Bruch andeutet, durch und durch aus den sogenannten Schmelzfasern oder Schmelzprismen (Fig. 189), meist 5 oder 6eckigen, jedoch nicht ganz regelmässigen, langen, 0,0015—0,0022''' breiten soliden Prismen, die im Allgemeinen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich erstrecken und mit einer Endfläche auf dem Zahnbeine, mit der andern an der Umhüllungshaut des Schmelzes ruhen. An Zähnen von Erwachsenen sind diese Elemente in der Quer- und Längsansicht sehr leicht zu sehen, dagegen kaum in grösserer Länge zu isoliren, anders an jungen oder in der Bildung begriffenen Zähnen, wo der Schmelz noch viel weicher ist und mit dem Messer sich schneiden lässt. An solchen isolirten Prismen, deren Bruchenden zufällig zugespitzt sein können, daher man sie auch Schmelznadeln nannte, erkennt man zum Theil die Flächen und Kanten ganz gut, und ausserdem noch sehr häufig, namentlich nach Zusatz von etwas verdünnter Salzsänre, in Abständen von 0,0014—0,002''' aufeinanderfolgende, mehr oder weniger deutliche, von leichten Varicositäten herrührende Querstreifen, die den Fasern eine gewisse Aehnlichkeit mit Muskelfasern oder noch besser mit colossalen Muskelfibrillen geben und auf keinen Fall der Ausdruck der Zusammensetzung derselben aus Zellen sind. Lässt man die Salzsäure mehr einwirken, so werden die Fasern bald ganz blass, die Querstreifung geht verloren und es bleibt nichts als ein zartes Gerüste der früheren soliden Fasern übrig, in dem man oft deutlich eine Röhre zu erkennen glaubt. Schliesslich zerfällt auch diese durch die Einwirkung der Säure fast ganz, woher es kommt, dass an mit Salzsäure behandelten Zähnen vom Schmelze fast nichts übrig bleibt, und derselbe nicht wie das Zahnbein seine Form erhält.

Fig. 189.

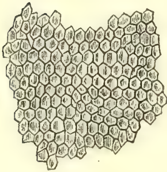
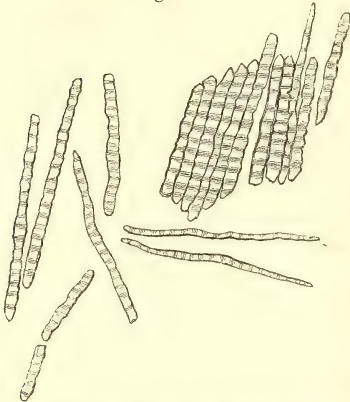


Fig. 190.

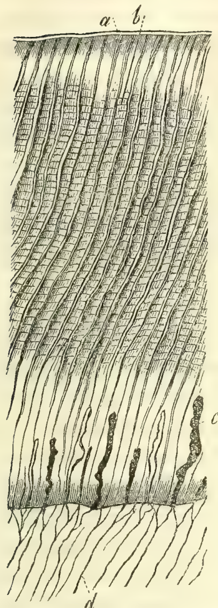


Die Zusammenfügung der Schmelzfasern geschieht ohne eine Zwischensubstanz und ist eine sehr innige. Davon, dass zwischen den Schmelzfasern constant Canälchen sich finden, habe ich mich noch nicht überzeugen können, doch gibt es allerdings nicht selten im Schmelz Höhlungen verschiedener Art. Ich rechne zu denselben 1) die oben

Fig. 189. Oberfläche des Schmelzes mit den Enden der Schmelzfasern, 350 mal vergr. Vom Kalbe.

Fig. 190. Schmelzfasern nach sehr geringer Einwirkung von Salzsäure isolirt, 350 mal vergr. Vom Menschen.

Fig. 191.



erwähnten Fortsetzungen der Zahncanälchen in den Schmelz hinein und durch Erweiterung solcher entstandenen länglichen Höhlungen an der Zahnbeingrenze (Fig. 191 *c*), und 2) spaltenförmige Lücken in den mittleren und äusseren Theilen des Schmelzes (Fig. 191), die mit den vorigen nicht zusammenhängen, in keinem Schmelz ganz fehlen und oft in überaus grosser Zahl als engere oder weitere, jedoch nie mit Luft gefüllte Spalten vorhanden sind.

Der Verlauf der Schmelzfasern ist im allgemeinen wie bei den Zahnröhrchen der Krone, jedoch sind stärkere Biegungen derselben nur an der Kaufläche zu finden. Auch scheinen nicht alle Schmelzprismen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich zu erstrecken, obschon dies für die meisten gewiss ist. Eigenthümlich sind auch Kreuzungen der Schmelzprismen die in den Ebenen der Zahnquerschnitte in der Weise statt haben, dass nicht einzelne Fasern, sondern ganze gürtelförmige Lagen derselben, entsprechend feinen auch äusserlich sichtbaren ringförmigen Linien, von 0,08—0,12''' Dicke in ganz verschiedenen, bei jeder Lage ringsherum gleich bleibenden Richtungen vom Zahnbeine bis zur äusseren Oberfläche des Schmelzes ziehen, was senkrechten Schmelzschliffen, namentlich nach Befeuchtung derselben mit Salzsäure, ein eigenthümliches streifiges Ansehen gibt (Fig. 187), indem an solchen abwechselnd dunklere Querschnitte und hellere Längsansichten der Prismen zum Vorschein kommen. Auch an der Kaufläche kommen solche Kreuzungen constant vor und verlaufen hier die Schmelzlagen im Allgemeinen ringförmig, so dass sie an Backzähnen Kreise, an Schneidezähnen Ellipsen beschreiben, doch scheinen allerdings gegen die Mitte der Kaufläche Unregelmässigkeiten vorzukommen, die sich noch nicht enträthseln liessen. — Nicht zu verwechseln mit den farblosen Streifen, die diese Lagerungsverhältnisse der Schmelzfasern andeuten, sind gewisse bräunliche Linien oder farbige Streifen, die die Richtung der Fasern verschiedentlich kreuzen und an senkrechten Schnitten als schief aufsteigende Linien oder Bögen (Fig. 187) an Querschnitten als Kreise in den äussern Schmelzlagen selten durch den ganzen Schmelz erscheinen, Linien die ich als den Ausdruck der schichtenweisen Bildung des Schmelzes betrachte.

Das Schmelzoberhäutchen ist eine 0,0004—0,0008''' dicke verkalkte structurlose Membran, die durch ihre grosse Widerstandsfähig-

Fig. 191. Zahnbein und Schmelz vom Menschen, 350 mal vergr. *a*. Schmelzoberhäutchen. *b*. Schmelzfasern mit Spalten zwischen denselben und Querlinien. c. Grössere Höhlungen im Schmelz. *d*. Elfenbein.

keit gegen chemische Agentien sich auszeichnet und so zu einem trefflichen Schutze der Zahnkronen wird. Dieselbe verändert sich beim Maceriren in Wasser nicht und löst sich ebensowenig beim Kochen in Wasser concentrirter Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure, nur wird sie in letzterer gelb. In kohlensauren Alkalien und caustischem Ammoniak bleibt sie unverändert. Mit caustischem Kali und Natron gekocht wird sie weiss und etwas aufgelockert, bleibt aber zusammenhängend; das Kali gibt durch Salzsäure eine schwache Trübung, die bei mehr Salzsäure verschwindet. Das Schmelzoberhäutchen verbrennt unter ammoniakalischem Geruch und gibt eine kalkhaltige schwammige Kohle.

§. 140.

Das Cement oder der Zahnkitt, *Substantia ostoidea* (Fig. 183), ist eine Rinde ächter Knochensubstanz, die die Zahnwurzeln überzieht und bei mehrwurzeligen Zähnen nicht selten untereinder verkittet. Derselbe beginnt als eine ganz dünne Lage da, wo der Schmelz aufhört, so dass er einfach an denselben angrenzt oder ein wenig über ihn herübergreift, wird im Abwärtssteigen dicker und erreicht endlich an dem Wurzelende und der Alveolarfläche der Backzähne zwischen den Wurzeln seine grösste Mächtigkeit. Seine innere Fläche verbindet sich beim Menschen ohne eine Zwischensubstanz sehr innig mit dem Zahnbein, so dass öfter, wenigstens bei stärkeren Vergrösserungen, die Grenze beider Substanzen nicht ganz scharf ist. Die äussere Seite wird vom Perioste der Alveolen sehr genau, vom Zahnfleische minder fest umgeben und ist, nach Ablösung dieser Weichtheile, meist uneben, oft ringförmig gestreift. Das Cement ist die mindestharte der 3 Zahnsubstanzen und chemisch den Knochen fast gleich. *Bibra* fand:

	beim Menschen	beim Ochsen
Organ. Subst.	29.42	32.24
Anorgan. Subst.	70.58	67.76
	100.00	100.00

Davon bei letzterem:

Phosphorsaurer Kalk und Fluorcalcium . .	58.73
Kohlensaurer Kalk	7.22
Phosphorsaurer Talk	0.99
Salze	0.82
Knorpel	31.31
Fett	0.93
	100.00

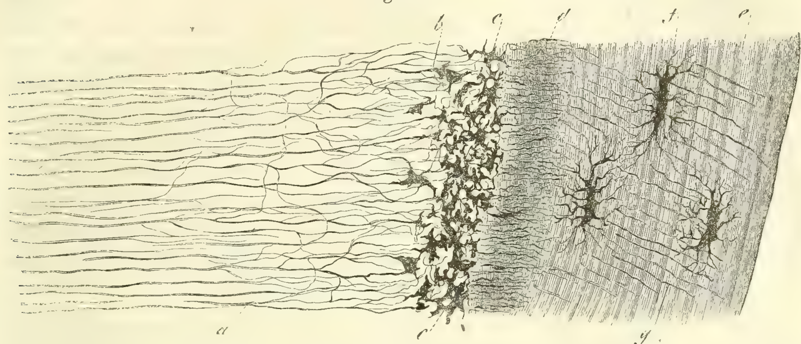
Durch Säuren werden dem Cement die Erdsalze leicht entzogen und es bleibt ein weisser Knorpel zurück, der leicht vom Zahnbein sich ablöst und beim Kochen gewöhnlichen Leim gibt.

Das Cement besteht wie die Knochen aus einer Grundsubstanz und aus Knochenhöhlen, enthält jedoch nur selten Haversische Canäle und Gefässe. Ausserdem finden sich häufig besondere Canäl-

chen, ähnlich denen des Zahnbeins und noch andere mehr abnorme Höhlungen.

Die Grundsubstanz ist bald granulirt, bald in der Querrichtung streifig, bald mehr amorph, ausserdem häufig geschichtet wie Knochen.

Fig. 192.

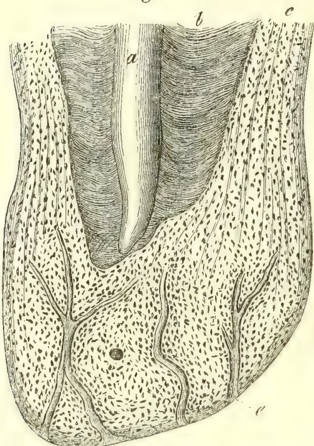


Die Knochenhöhlen besitzen alle wesentlichen Eigenschaften derer der Knochen, so dass eine ausführliche Beschreibung derselben umgangen werden kann. Was sie auszeichnet ist einzig ihre sehr wechselnde Zahl, Gestalt und Grösse (0,005—0,02''', selbst 0,03''') und die ungemeine Zahl und Länge (bis 0,03''') ihrer Ausläufer. Die meisten sind länglichrund und der Längsaxe der Zähne parallel, andere rundlich oder birnförmig. Am bemerkenswerthesten sind diejenigen, die bei einer sehr in die Länge gezogenen Gestalt, eine enge canalartige Höhlung besitzen (Fig. 185), weil bei diesen eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Zahncanälchen nicht zu verkennen ist. Die Ausläufer erscheinen oft wie Federn und Pinsel und dienen, wenn die Höhlen nicht isolirt stehen, sowohl zur Verbindung der Knochenhöhlen untereinander, als zur Anastomosenbildung mit den Enden der Zahncanälchen. In den dünnsten Theilen des Cementes, gegen die Krone hin, fehlen die Knochenhöhlen ohne Ausnahme ganz; die ersten treten in der Regel gegen die Mitte der Wurzel auf, sind jedoch anfangs noch spärlich und vereinzelt, bis sie gegen das eigentliche Ende derselben immer zahlreicher werden und dann auch nicht selten sehr regelmässig, wie in den äussern Lagen der Röhrenknochen, reihenweise in den Cementlamellen drin liegen und ihre meisten Ausläufer nach innen und nach aussen senden, was eine gleichmässige feine Querstreifung des Cementes bewirkt. Breitere Cementlagen alter Zähne haben ungemeine Mengen von Lacunen, doch sind dieselben einem guten Theile nach sehr unregelmässig, namentlich von der langgestreckten Form. — Manche Knochenhöhlen sind einzeln oder in Gruppen von sehr deutlichen hellgelblichen, leicht

Fig. 192. Elfenbein und Cement von der Mitte der Wurzel eines Schneidezahnes. *a.* Zahnröhrchen. *b.* Interglobularräume, wie Knochenhöhlen sich ausnehmend. *c.* Feinere Interglobularräume. *d.* Anfang des Cementes mit vielen dichtstehenden Canälchen. *e.* Lamellen desselben. *f.* Lacunen. *g.* Canälchen, 350 mal vergr. Vom Menschen.

buchtigen Säumen halb oder ganz umgeben sind, die vielleicht zu den Zellen in Bezug stehen, aus denen die Höhlen sich bilden.

Fig. 193.



Haversische Canäle kommen in jungen Zähnen bei normaler Dicke des Cementes nicht vor, sind dagegen in alten Zähnen, namentlich Backzähnen, und bei Hyperostosen eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Sie dringen zu 1—3 und mehr von aussen in das Cement, verästeln sich zwei- bis dreimal und enden dann blind. Ihre Weite ist zu gering (0,005—0,01'''), um ausser Blutgefässen noch Mark enthalten zu können und sind dieselben gewöhnlich von einigen concentrischen Lamellen umgeben wie in Knochen.

Ausser diesen Hohlräumen enthält das Cement noch hie und da eigenthümliche buchtige Höhlungen, die sicher pathologisch sind (s. meine *Mikr. Anat. II.* 2. St. 82. Fig. 202), ferner häufig Canälchen wie Zahncanälchen (Fig. 192), bald dicht beisammen, bald mehr isolirt, hie und da mit einer Verästelung, die sehr häufig mit den Enden der Zahncanälchen und den Ausläufern der Knochenhöhlen in Zusammenhang stehen.

Im Cemente der Einhufer sind die Knochenhöhlen und ihre Ausläufer in den innersten Lagen desselben von wirklichen Zellen umgeben, die *Gerber* zuerst gesehen hat. Macerirt man dieses Cement in Salzsäure, so lassen sich diese Zellen ziemlich leicht isoliren und überzeugt man sich an ihnen von folgenden, für die Lehre von den Knochenhöhlen nicht unwichtigen Verhältnissen: 1) die Höhlen kommen häufig zu 2, 3 und mehreren in einer Zelle vor, gerade so wie ich es auch an rhachitischen Knochen gesehen. 2) Die die Höhlen und ihre Ausläufer zunächst begrenzende Substanz ist in Salzsäure schwieriger löslich als die übrigen Theile der verdickten Zellen. Während die Zellen nämlich im Allgemeinen sehr blass erscheinen, ist im Innern derselben ein dunkler zackiger Körper sehr deutlich, der oft ganz bestimmt eine Höhle enthält und, wie die Vergleichung mit den Knochenhöhlen des Cementes, deren Zellencontouren nicht mehr sichtbar sind, lehrt, nichts Anderes ist, als der innerste Theil der verdickten Wand der ursprünglichen Zelle. An den letztgenannten Knochenhöhlen gelingt es in der That leicht, durch Behandlung mit Salzsäure eine besondere, anfänglich dickere, nachher dünnere Wand darzustellen und lassen sich auch solche Knochenhöhlen mit Wänden isoliren, die auch ausserdem nicht selten noch einzelne Fortsätze nach aussen abgeben. In vielen Fällen sind diese Höhlen leer, in anderen haben sie einen in Salzsäure ebenfalls anfänglich resistirenden Inhalt, in dem ich jedoch einen Kern zu erkennen nicht im Stande war.

Fig. 193. Cement und Elfenbein der Wurzel eines alten Zahnes. *a.* Zahnhöhle. *b.* Elfenbein. *c.* Cement mit Knochenhöhlen. *e.* Haversische Canälchen. Vom Menschen.

§. 141.

Die **Weichtheile der Zähne** umfassen das **Alveolarperiost**, den **Zahnkeim** und das **Zahnfleisch**. Das **Periost** der Zahnhöhlen hängt sehr genau mit der Oberfläche der Wurzel zusammen und stimmt im Bau mit anderem Perioste überein, ausser dass es weicher ist, keine elastischen Elemente und ein reiches Nervennetz mit vielen dicken Röhren enthält.

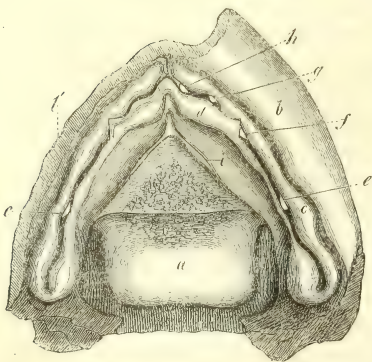
Die *Pulpa dentis*, der **Zahnkeim**, oder die im Laufe der Entwicklung reducirte fötale Zahnpapille, erhebt sich im Grunde der Alveole aus dem Periost derselben, dringt in die Wurzeln ein und füllt, als eine zusammenhängende, weiche, röthliche, sehr gefäss- und nervenreiche Substanz, die Canäle in denselben und das *Cavum dentis* ganz aus, so dass sie der innern Oberfläche des Zahnbeines überall genau adhärirt. Das Gewebe der Pulpa ist ein undeutlich faseriges Bindegewebe, durchaus ohne elastische Elemente aber mit sehr vielen eingestreuten runden und länglichen Kernen, fast wie unreifes fötales Bindegewebe, nur dass man doch hie und da schmale Bündel unterscheidet. Durch Druck lässt sich aus demselben eine Flüssigkeit erhalten, die durch Essigsäure wie Schleim gerinnt und im Ueberschusse nicht ganz sich löst, ebenso wird die ganze Pulpa durch Essigsäure weisslich und hellt sich nie so auf wie fertiges Bindegewebe. Diese Substanz nun bildet die Hauptmasse der Pulpa so weit Gefässe und Nerven reichen, dagegen findet sich nun noch an der Oberfläche derselben, unter einem zarten structurlosen Häutchen, rings herum eine 0,02''', 0,03—0,04''' mächtige Schicht, die aus mehreren Reihen senkrecht auf die Oberfläche der Pulpa stehender, 0,012''' langer, 0,002—0,003''' breiter, cylindrischer oder an dem einen Ende zugespitzter Zellen mit länglichen schmalen Kernen von 0,005''' und mit Kernkörperchen besteht, die an der Oberfläche der Pulpa wie ein Cylinderepithelium gelagert sind, weiter einwärts dagegen keine deutlichen Reihen mehr erkennen lassen, sondern mehr unregelmässig ineinandergreifen, ohne jedoch ihre gedrängte Lagerung und radiäre Richtung aufzugeben, und schliesslich durch kürzere mehr rundliche Zellen und ohne scharfe Grenze in das gefässhaltige Gewebe der Pulpa übergehen. Es entsprechen diese Zellen den später zu beschreibenden Bildungszellen des Elfenbeins und sie sind es, die das Material zu den auch noch beim Erwachsenen vorkommenden Ablagerungen von Elfenbein in die Wände der Zahnhöhle abgeben. Die **Gefässe** der Pulpa sind ungemein zahlreich, daher die röthliche Farbe derselben. In jede Pulpa eines einfachen Zahnes treten 3—10 kleine Arterien, die schliesslich sowohl im Innern als an der Oberfläche der Pulpa ein mehr lockeres Netz von 0,004—0,006''' weiten Capillaren erzeugen, das an der Oberfläche auch hie und da deutliche Schlingen zeigt, aus dem dann die Venen hervorgehen. Von **Lymphgefässen** scheinen die Zahnkeime nichts zu besitzen, dagegen sind die **Nerven** äusserst entwickelt. In jede Wurzel dringt, von den bekannten

Nervi dentales abstammend, ein grösserer 0,03—0,04‴ haltender Stamm und ausserdem noch bis an 6, selbst noch mehr feinere Reiser von 0,01—0,02‴, die mit Röhren von 0,0016—0,003‴ zuerst ohne namhaftere Anastomosen und nur einzelne Fädchen abgebend emporsteigen, dann aber in dem dickeren Theile der Pulpa ein immer reichlicheres Geflecht mit langgezogenen Maschen und Nervenröhrentheilungen bilden und sich so allmälig bis in feine Primitivfasern von 0,001—0,0016‴ auflösen. In Betreff der Endigungen selbst möchte ich mich für Schlingen aussprechen, doch gebe ich zu, dass, so lange man die Primitivfasern in den nicht zu leugnenden Schlingen nicht von Stämmchen zu Stämmchen verfolgt hat, was noch von Niemand geschehen ist, die Sache noch Zweifel zulässt.

Zahnfleisch, *Gingiva,* nennt man den Theil der Mundhöhlenschleimhaut, der die Alveolarränder der Kiefer überzieht und die Hälse der Zähne umfasst, ein weissröthliches, gefässreiches, wegen der unterliegenden Hartheile fest sich anfühlendes, jedoch eigentlich ziemlich weiches Gewebe, dass da wo es den Zähnen selbst anliegt ½—1½‴ Dicke erreicht, ziemlich grosse Papillen (von 0,15—0,3‴, bei alten Leuten selbst von 0,7‴ Länge und wie die *Pap. fungiformes* mit einfachen Wärzchen besetzt) trägt und ein Pflasterepithel, von 0,23—0,4‴ Dicke zwischen den Papillen, besitzt. — Von Drüsen konnte ich am Zahnfleisch nichts finden und muss man sich davor hüten, rundliche Vertiefungen des Epithels von 0,08—015‴ Durchmesser mit mehr verhornten Epithelzellen, die nicht selten an den oberen Theilen desselben vorkommen, für Drüsenöffnungen zu halten.

§. 142.

Fig. 194.

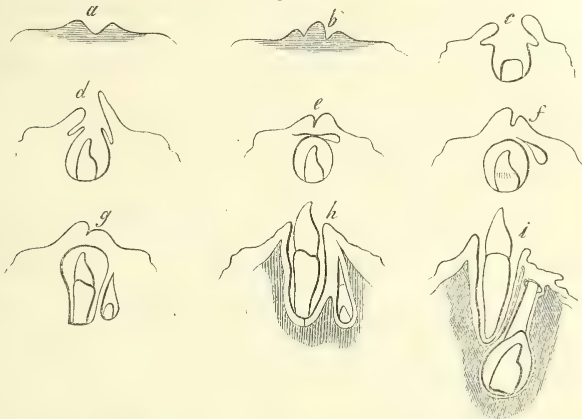


Entwicklung der Zähne. In der 6. Woche des Fötallebens beginnt die Entwicklung der 20 Milchzähne mit der Bildung einer Furche am obern und untern Kieferrand, in der nach und nach bis zur 10. Woche 20 Papillen oder Zahnkeime entstehen, die bald durch zwischen ihnen auftretende Querscheidewände jeder in eine besondere kleine Höhlung zu liegen kommen. Im 4. Monat verengern sich diese Höhlen immer mehr, während zugleich die Papillen die Formen der späteren Zähne anneh-

Fig. 194. Unterkiefer eines 9 Wochen alten menschlichen Fötus, 9 mal vergr. *a.* Zurückgeschlagene Zunge, *b.* rechte Lippenhälfte zurückgelegt, *b′* linke Lippenhälfte abgeschnitten, *c.* äusserer Zahnwall, *d.* innerer Zahnwall, *e.* Papille des ersten Backzahnes, *f.* Papille des Eckzahns, *g.* des zweiten, *h.* des ersten Schneidezahns, *i.* Falten wo die *Ductus Riviniani* später münden.

men, und endlich schliessen sich dieselben ganz, jedoch so, dass über jeder Höhle oder dem Zahnsäckchen noch eine kleine Cavität sich bildet, als Reservesäckchen für die 20 vorderen bleibenden Zähne, in denen im 5. Fötalmonate auch schon die Zahnkeime sich entwickeln. Anfangs nun liegen die neuen Höhlen über den Zahnsäckchen der Milchzähne, nach und nach aber rücken sie an die hintere Seite derselben und werden, wenn die knöchernen Alveolen der Milchzähne auftreten, von kleinen Ausbuchtungen derselben aufgenommen (Fig. 195 *g. h.*), die bei den

Fig. 195.



Schneide- und Eckzähnen zuletzt ganz von den andern sich trennen, bei den zwei ersten Backzähnen dagegen in den Grund der Alveolen der Milchzähne sich öffnen. Die Zahnsäckchen aller dieser Zähne sind an der Spitze in einen soliden Strang ausgezogen, der entweder bis zum Zahnfleisch oder bei den zwei ersten Backzähnen zum Perioste im Grunde der Alveolen der zwei Milchbackzähne sich erstreckt (Fig. 195 *i*) und mit Unrecht für ein Leitband, *Gubernaculum*, der Zähne beim Durchbruch gehalten worden ist.

Von den Säckchen der drei letzten bleibenden Backzähne entsteht dasjenige des ersten, sammt seiner Papille in der 16. oder 17. Woche ganz selbständig, aus dem hintersten Ende der primitiven Zahnfurche und schliesst sich so, dass zwischen ihm und der Schleimhaut ein Reservesäckchen bleibt (meine *Mikr. Anat.* Fig. 206). Erst im 7. oder 8. Monat nach der Geburt verlängert sich dieses hinter dem ersten Säckchen bo-

Fig. 195. Schema der Entwicklung eines Milchzahnes und der dazu gehörenden bleibenden Zähne, nach *Goodsir*, *a*. Zahnfurche. *b*. Dieselbe mit der Papille. *c*. Dieselbe im Schliessen begriffen, mit der Anlage der Reservehöhle. *d*. Noch mehr geschlossen. *e*. Zahnsäckchen gebildet mit einer Reservehöhle. *f*. Die Reservehöhle rückt nach hinten. *g*. Dieselbe ganz hinten mit einem Zahnkeim. *h*. Die Alveolen beider Säckchen bilden sich, der Milchzahn durchgebrochen. *i*. Der bleibende Zahn bildet sich, sein tiefer stehendes Zahnsäckchen hat ein Gubernaculum.

genförmig in den Kieferrand hinein, erzeugt an seinem Boden eine Papille und schnürt sich um dieselbe zum Säckchen des 4. Backzahnes ab. Aus dem Rest der Höhle wird, indem er mit den andern Säckchen in eine Reihe rückt, das Säckchen des Weisheitszahnes.

Die Bildung der Milchzähne beginnt in dem 5. Fötalmonate und im 7. Monate sind dieselben alle in Ossification begriffen. Die Verknöcherung beginnt an der Spitze der Zahnpulpa mit der Bildung von kleinen Scherbchen von Zahnbein, die bei den Backzähnen anfänglich entsprechend den Hügeln des Keimes mehrfach sind, jedoch bald mit einander verschmelzen. Gleich nach dem Auftreten eines Zahnbeinscherbchens entsteht auch von dem sog. Schmelzorgane an der Decke des Zahnsäckchens aus (s. unten) eine dünne Lage von Schmelz, die mit dem Zahnbeine verschmilzt und so die erste Anlage der Zahnkrone bildet. Weiter dehnt sich das Zahnbeinscherbchen über die Pulpa aus und wird dicker, so dass es bald wie eine Mütze auf dem Keime sitzt und schliesslich ähnlich einer Kapsel denselben, der je mehr die Ossification zunimmt, um so mehr sich verkleinert, ganz und eng umfasst, und zugleich folgt auch die Schmelzablagerung nach, so dass dieselbe bald von der Gesammtoberfläche des Schmelzorganes ausgeht, und wird immer mächtiger. So bildet sich schliesslich der ganze Schmelz um die Elfenbeinlage der Krone, während das Schmelzorgan und die Zahnpulpe immer mehr an Masse abnehmen, bis jenes nur noch ein dünnes Häutchen ist und letztere den Verhältnissen, die sie im fertigen Zahne zeigt, sich nähert. Vom Cemente und der Zahnwurzel ist aber immer nichts da; dieselben entstehen erst wenn die Krone ziemlich fertig ist und der Zahn zum Durchbruche sich anschickt. Um diese Zeit wächst der Zahnkeim stark in die Länge, während das Schmelzorgan atrophisch wird und lagert sich auf seinen neu hervorsprossenden Theilen nur Elfenbein ab, nämlich das der Wurzel. Der so in die Höhe getriebene Zahn beginnt gegen die obere Wand des Zahnsäckchens und das mit demselben verwachsene feste Zahnfleisch zu drängen, bricht allmälig durch dieselben, in denen auch selbständig ein Schwinden eintritt, hindurch und kommt schliesslich zu Tage. Nun zieht sich das Zahnfleisch um ihn zusammen, während der nicht durchbrochene Theil des Zahnsäckchens eng an die Wurzel sich anlegt und zum Periost der Alveole wird. Seine Vollendung erhält der Milchzahn dadurch, dass 1) noch der Rest der Wurzel angesetzt wird, wodurch bald die Krone in normaler Länge hervortritt, und 2) aus einer vom Zahnsäckchen, das nun mit dem Perioste der Alveole verschmilzt, geschehenden Ablagerung, die schon vor dem Durchbruch beginnt, das Cement um die Wurzel sich anlegt, während zugleich von innen her der Zahn sich noch mehr verdickt und der Keim entsprechend sich verkleinert. An Zähnen mit mehreren Wurzeln wird der anfangs einfache Keim bei seiner Verlängerung da, wo er festsitzt, gespalten und entwickelt sich dann um jede Abtheilung herum eine Wurzel. — Der Durchbruch der Milchzähne geschieht in folgender Reihe: Innere Schneidezähne des Unterkiefers im 6—8. Monat,

innere Schneidezähne des Oberkiefers einige Wochen später, äussere Schneidezähne im 7—9. Monat, die des Unterkiefers zuerst, vordere Backzähne im 12—14. Monat, die des Unterkiefers zuerst, Hundszähne im 16—20. Monat, zweite Backzähne zwischen dem 20—30. Monat.

Die bleibenden Zähne entwickeln sich genau in derselben Weise wie die Milchzähne. Ihre Ossification beginnt etwas vor der Geburt in den ersten grossen Backzähnen, schreitet im 1., 2. und 3. Jahr auf die Schneidezähne, Eckzähne und kleinen Backzähne fort, und ergreift schliesslich auch die zweiten grossen Backzähne, so dass im 6. und 7. Jahr zu gleicher Zeit 48 Zähne in beiden Kiefern enthalten sind, nämlich 20 Milchzähne und alle bleibenden, mit Ausnahme der Weisheitszähne. Beim Zahnwechsel werden die knöchernen Scheidewände, welche die Alveolen der bleibenden von denen der Milchzähne trennen, resorbirt, und zugleich schwinden die Wurzeln der letztern von unten her, in Folge eines noch nicht genau ermittelten Vorganges. So kommen die bleibenden Zähne, deren Wurzeln mittlerweile sich verlängern, gerade unter die lose gewordenen Kronen der Milchzähne, die endlich, wenn sie noch mehr hervortreten, ausfallen und ihnen den Platz einräumen. Das Hervorbrechen der bleibenden Zähne geschieht in folgender Ordnung: erster grosser Backzahn im 7. Jahr, innerer Schneidezahn im 8. Jahr, seitlicher Schneidezahn im 9. Jahr, erster kleiner Backzahn im 10. Jahr, zweiter kleiner Backzahn im 11. Jahr, Eckzahn im 12. Jahr, zweiter grosser Backzahn im 13. Jahr, dritter Backzahn zwischen dem 17—19. Jahr.

Das Zahnfleisch des Fötus und besonders des Neugebornen vor dem Durchbruch der Milchzähne ist weisslich und sehr fest, fast von der Consistenz eines Knorpels, weshalb es auch wohl Zahnfleischknorpel benannt wird, obschon es in seinem Bau mit Knorpel gar keine Aehnlichkeit hat und aus den gewöhnlichen Schleimhautelementen, jedoch mit einer bedeutenden Beimengung eines mehr sehnigen Gewebes, besteht. Die in demselben von *Serres* beschriebenen hirsekorngrossen Körperchen, die Weinstein secernirende Drüsen sein sollen, sogenannte *Glandulae tartaricae*, sind Ansammlungen von Epithel und wahrscheinlich pathologischer Natur (meine *Mikr. Anat.* II. 2. St. 95).

Die Zahnsäckchen besitzen eine bindegewebige Hülle mit Gefässen und Nerven, aus deren Boden der Zahnkeim, *Pulpa dentis*, hervorgeht, der, in der Form den entsprechenden Zahn nachahmend, aus einem gefäss-, später auch nervenreichen innern und einem gefässlosen äusseren Theil besteht. Der letztere wird von einem zarten structurlosen Häutchen, der *Membrana praeformativa (Raschkow)*, die für die Zahnbildung ohne weitere Bedeutung ist, begrenzt und besteht unter demselben aus 0,016—0,024‴ langen und 0,002—0,0045‴ breiten Zellen mit schönen bläschenförmigen Kernen und deutlichen ein- oder mehrfachen Nucleolis, die eine dicht neben der anderen wie ein Epithel auf der ganzen Oberfläche der Pulpa sitzen (Fig. 197), jedoch nach innen nicht so scharf begrenzt sind, wie ein solches, sondern, wie es wenigstens den Anschein hat, durch kleinere Zellen allmälig in das

Fig. 196.

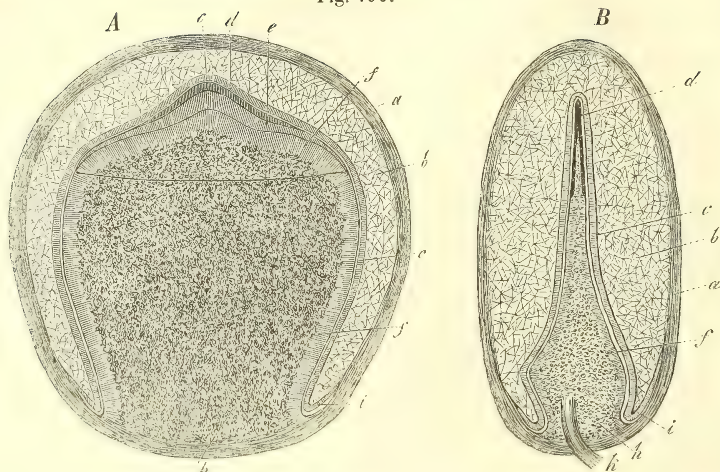
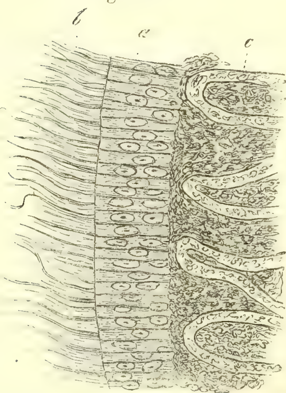


Fig. 197.



Parenchym derselben übergehen. Uebrigens entsteht an gefässreichen Pulpen (Fig. 197) doch eine Begrenzung dadurch, dass die Capillarschlingen, in welche die Gefässe auslaufen, nicht zwischen die cylindrischen Zellen eingehen, sondern eine dicht an der andern an der inneren Seite enden, so dass, zumal da auch die fraglichen Zellen das Elfenbein liefern, die Bezeichnung derselben als Elfenbeinmembran, *Membrana eboris*, gerechtfertigt erscheint. Die inneren Theile der Pulpa bestehen durch und durch aus einer früher mehr körnigen oder gleichartigen, später mehr faserigen Grundmasse, mit vielen Zellenkernen von rundlicher oder länglicher Gestalt, die als eine Art Bindegewebe zu betrachten ist. Gefässe entwickeln sich zur Zeit der Verknöcherung in ungemeiner Anzahl in der Pulpa und zwar finden sich vorzüglich an der Ossificationsgrenze die zahlreichsten, senkrecht stehenden Schlingen von Capillaren von circa 0,006'''. Die Nerven begleiten die Gefässe, entwickeln sich jedoch später als sie. Ihre Zahl ist ebenfalls sehr bedeutend und die Verbreitung derjenigen in der Pulpa der fertigen Zähne gleich.

Das Schmelzorgan, *Organon adamantinae*, überzieht mit seiner innern concaven Fläche kappenartig den Zahnkeim in seinem ganzen Umfang und hängt an seiner äussern Seite mit dem Zahnsäckchen zusammen, so jedoch, dass

Fig. 196. *A*. Zahnsäckchen des zweiten Schneidezahnes eines achtmonatlichen menschlichen Embryo, von der Fläche, 7 mal vergr. *a*. Zahnsäckchen. *b*. Schmelzpulpe. *c*. Schmelzmembran. *d*. Schmelz. *e*. Zahnbein. *f*. Elfenbeinzellen. *g*. Grenze des Zahnbeinscherbchens. *h*. Zahnpapille. *i*. Freier Rand des Schmelzorganes. *B*. Erster Schneidezahn desselben Embryo von der schmalen Seite. Buchstaben wie vorhin. *a*. Zahnscheibchen *in toto*. *k*. Nerv und Gefässe der Papille.

Fig. 197. Oberfläche einer Zahnpulpe eines Neugebornen. *a*. Elfenbeinzellen. *b*. Anhänge derselben. *c*. Gefässhaltiger Theil der Pulpa, 300 mal vergr.

dasselbe an der Basis des Zahnkeimes einen ganz kleinen freien Rand hat. Sein Bau ist sehr eigenthümlich. Die Hauptmasse besteht aus anastomosirenden sternförmigen Zellen (Fig. 207. *b*) oder netzförmigem Bindegewebe, das in seinen Zwischenräumen in grosser Menge eine an Eiweiss und Schleim reiche Flüssigkeit enthält. Am mächtigsten ist dieses gallertige Bindegewebe unmittelbar vor dem Eintritte der Ossification und in den ersten Stadien derselben, so im 5. und 6. Monat $^4/_{10}$—$^2/_3$ Wiener Linie, bei einem Neugeborenen dagegen nur noch 0,16 – 0,2‴. Hier besitzt dasselbe auch in seinem äusseren Drittheil Gefässe und hat sich sein Maschenwerk in wirkliches Bindegewebe umgewandelt (meine *Mikr. Anat.* II. 2. Fig. 211). An der inneren Seite des schwammigen Gewebes des Schmelzorgans sitzt die sogenannte Schmelzhaut, *Membr. adamantinae (Raschkow)*, ein ächtes Cylinderepithel, von dem weiter nichts zu sagen ist, als dass seine Zellen 0,012‴ in der Länge und 0,002‴ in der Breite messen, fein granulirt und zart sind und länglichrunde Kerne führen, die häufig an den Spitzen der Zellen sitzen.

Die Entwicklung der Zahnsubstanzen ist von jeher als ein sehr schwieriger Gegenstand angesehen worden. Am einfachsten sind die Verhältnisse beim Schmelz, wo es nicht dem geringsten Zweifel unterliegt, dass die Schmelzzellen durch gänzliche Verirdung zu den Schmelzfasern werden. So wie nur ein kleines Stück der Zellen und zwar ohne vorläufige Ablagerung von Kalkkrümeln ossificirt ist, erkennt man schon eine kleine Lamelle von Schmelz auf dem ebenfalls erst entstandenen, etwas grösseren Zahnbeinscherbchen. Dann schreitet die Kalkablagerung in den Zellen immer weiter nach aussen, bis dieselben schliesslich ganz zu Schmelzfasern geworden sind, und geht zugleich auch auf neue Zellen über, so dass die Schmelzlage ausgebreiteter wird. Während dies geschieht, ist aber an der Stelle, wo die Ossification begann, die Schmelzmembran nicht verschwunden, vielmehr findet man dieselbe hier und an den andern Orten, so lange die Ablagerung des Schmelzes dauert, immer gleich mächtig, es muss also der verknöchernde Theil derselben durch immer neu sich anbildende Masse ersetzt werden, was allem Anscheine nach nicht durch Nachschub neuer Zellen sondern durch beständiges Nachwachsen der erstvorhandenen geschieht. Das Schmelzorgan ist für die Schmelzbildung gewiss von grosser Bedeutung und durch seinen grossen Reichthum an Eiweiss und einem schleimartigen Körper in seinen Maschen gewissermaassen die Vorrathskammer, aus der die Schmelzmembran bei ihrer bedeutenden Entfernung von Blutgefässen den Stoff zu ihrem Wachsthum bezieht. In der That sieht man auch das schwammige Gewebe während der Entwicklung des Schmelzes immer mehr an Masse abnehmen und schliesslich, wenn die Schmelzbildung vollendet ist, ganz verschwinden.

Bei der Bildung des Elfenbeines betheiligt sich analog wie beim Schmelze nicht die ganze Pulpa, sondern nur die äusserste epitheliumartige Zellenschicht derselben, die durch beständige Verlängerung ihrer ursprünglichen Zellen unter immerwährender Kernvermehrung, die hier ausgezeichnet schön zu beobachten ist, immer in derselben Dicke sich zu erhalten scheint (siehe meine *Mikr. Anat.* II. 2. St. 103 flgde.). Uebrigens will ich nicht behaupten, dass eine und dieselbe Zelle für die ganze Dauer der Elfenbeinbildung ausreicht, obschon dies nicht undenkbar ist, vielmehr halte ich es auch für möglich, dass die Elfenbeinzellen von Zeit zu Zeit durch andere ersetzt werden, die an ihrer inneren Seite sich bilden, dagegen bestreite ich, dass die ganze Pulpa ohne Weiteres von aussen nach innen fortschreitend in Elfenbeinzellen sich verwandelt und ossificirt und bin der Ansicht, dass dieselbe ähnlich dem Schwammkörper des Schmelzorganes nur dadurch für die Zahnbeinbildung von Wichtigkeit ist, dass sie die Gefässe trägt, die den Elfenbeinzellen ihr Wachsthum möglich machen. Ihre Verkleinerung ist auch, ohne dass man sie von aussen nach innen ossificiren lässt, sehr leicht gedenkbar, und geschieht, analog der Abnahme des Inhaltes der weiten Haversischen Canälchen fötaler Knochen, bei der Lamellenbildung an den Wänden dieser Canälchen, durch eine allmälige Resorption ihres ebenfalls weichen und von vielen Säften durchzogenen Gewebes, ohne

dass eine sehr ausgedehnte Zurückbildung ihrer Gefässe angenommen zu werden braucht.

Die Bildung des Elfenbeines aus den Elfenbeinzellen anlangend, so ist sicher, dass kein anderes Gewebe als die Zellen zur Bildung desselben etwas beiträgt und dass diese Zellen gerade wie die der Schmelzmembran durch successive Aufnahme von Kalksalzen zum Elfenbein werden. Die Zahnröhrchen sind entweder die Ueberreste der Höhlen der Elfenbeinzellen, die beim Ossificiren zwar ihre Wände verdicken und in denselben erhärten, aber nicht ganz sich schliessen; oder sie bilden sich aus den sich verlängernden und verschmelzenden Kernen der Elfenbeinzellen, deren Höhlung sich erhält; oder endlich sie entstehen durch einen Resorptionsprocess in dem anfänglich homogenen Zahnbeingewebe, analog der Bildung der Haversischen Canäle oder der Canäle im Cement. Von diesen drei Hypothesen scheint auf den ersten Blick die zweite am meisten für sich zu haben, wenn man daran denkt, wie die Zahncanälchen mit besonderen Wänden sich isoliren lassen und die Elfenbeinzellen reichlich mit Kernen versehen sind, auch würden sich gewisse von mir gesehene fadige Anhänge der Elfenbeinzellen (Fig. 9 u. 197 u. meine *Mikr. Anat.* II. 2. pg. 105) als verlängerte Kerne derselben deuten lassen, allein es ist der Umstand sehr bedenklich, dass auch die sorgfältigste Untersuchung keine Spur von einer Verlängerung von Kernen ergibt. Die dritte Hypothese ist zwar gedenkbar, allein es spricht gegen sie, dass bei etwas vorgeschrittener Zahnbildung schon im jüngsten und weichsten Elfenbein Poren und Canäle sich finden, mithin dieselben nicht wohl als secundäre Bildungen aufgefasst werden können. Für die erste Möglichkeit dagegen lässt sich anführen, dass bei ihrer Annahme eine bedeutende Uebereinstimmung zwischen den auf jeden Fall nahe verwandten Knochen- und Zahnbeingeweben hergestellt wäre, indem nach ihr die Zahnbeinröhrchen die Bedeutung langer und schmaler, einfacher oder vielleicht verschmolzener Knochenhöhlen (Knochenkörperchen) hätten; allein auch gegen sie erheben sich einige Bedenken, die jedoch nicht so wichtig sein möchten, als sie auf den ersten Blick erscheinen. Dieselben sind einmal, dass die Zahnröhrchen besondere Wände haben und sich mit solchen isoliren lassen, was man als einen Beweis ansehen kann, dass sie aus besondern blasigen Gebilden, sei es nun Kernen oder Zellen, sich entwickeln und zweitens, dass bei dieser Auffassung die fadigen Anhänge an den Elfenbeinzellen sich nicht so leicht deuten lassen. Allein was das Erste anlangt, so haben wir in der neuesten Zeit erfahren, dass auch die Knochenhöhlen und -Canälchen mit besonderen Wandungen, die nicht diejenigen der ursprünglichen Zellen sind, sich isoliren lassen, ebenso die Haversischen Canäle und es wäre daher auch möglich, dass die Wände der Zahnröhrchen, obschon ursprünglich und genetisch keine besonderen Gebilde, doch später als solche sich darstellen. Da nun auch die Fortsätze der Elfenbeinzellen nichts anderes als der noch weiche Theil der eben in Verknöcherung begriffenen Zellen sein könnten, so wird diese erste Ansicht doch einigen Anspruch auf Geltung haben, um so mehr, da die Knochenhöhlen in den Zähnen so häufig Formen annehmen, die sie den Zahnröhrchen ähnlich machen, so oft mit denselben in Communication stehen und wenigstens bei Thieren auch zwischen sie eingeschoben sind.

Alles zusammengenommen ergibt sich, dass auf jeden Fall die Grundsubstanz des Zahnbeines aus den die Zahnpulpa überziehenden cylindrischen Zellen entsteht, die mehr oder weniger sich verlängern, mit einander verschmelzen und ossificiren. Die Zahnröhrchen gehen entweder aus den Kernen dieser Zellen hervor oder sind, was mir vorläufig wahrscheinlicher ist, die Reste ihrer Zellenhöhlen, deren Begrenzungen sich mehr consolidirten, und entsprechen mithin Knochenhöhlen. Die Theilungen der Canälchen erklären sich, wenn man annimmt, dass entweder die Elfenbeinzellen zeitenweise der Länge nach sich theilen, was ich wirklich gesehen zu haben glaube, oder dass eine nachkommende Zelle mit zwei vorhergehenden verschmilzt. Für die feineren Verzweigungen bleibt nichts anderes übrig als anzunehmen, dass dieselben durch einen secundär eintretenden Resorptions-

process in schon gebildeter Zahnsubstanz sich bilden, ähnlich demjenigen, der auch bei den Knochenhöhlen zur Erklärung des Anastomosirens ihrer Canälchen und der Ausmündungen derselben in Haversische Canäle z. B. angenommen werden muss; wenigstens sehe ich keine Möglichkeit, bei dieser oder jener Ansicht ihre Bildung anders zu erklären, ohne gegen ganz bestimmte Thatsachen zu verstossen. Nicht einmal eine Verdickung und Ossification der Elfenbeinzellen unter Bildung von Porencanälchen lässt sich nachweisen, so dass mithin die feinen Seitenzweige ganz secundären Ursprungs zu sein scheinen.

Bei der Verknöcherung des Zahnbeines findet, wenigstens beim Menschen, in das eben entstandene, morphologisch characteristische aber noch wenig erhärtete Zahnbein die Ablagerung von Kalksalzen in der Weise statt, dass das Ganze aus isolirten Kugeln zu bestehen scheint. Diese Kugeln, die man sowohl an den ersten Zahnscherbchen als auch in späteren Stadien sieht, am besten am Wurzelrande eines grösseren Zahnes, den man von der äusseren Seite betrachtet, verschwinden später, wenn die Zahnbildung normal vor sich schreitet, indem sich auch zwischen sie Kalkerde ablagert, so dass das Zahnbein ganz homogen und heller wird; im entgegengesetzten Falle bleiben dieselben in grösserer oder geringerer Zahl stehen und enthalten die Räume zwischen ihnen, die nichts anderes als die oben berührten Interglobularräume sind, unvollständig verknöcherte Zahnsubstanz.

Die Cementbildung geht meinen Erfahrungen zufolge von dem Theile des Zahnsäckchens aus, der zwischen der Pulpa und dem Schmelzorgane sich befindet und beginnt schon vor dem Durchbruch der Zähne, sobald die Wurzel sich anzulegen beginnt. Um diese Zeit verlängert sich das Zahnsäckchen in seinem unteren Theile, legt sich an die sich bildende Wurzel dicht an, und liefert aus dem reichlichen in ihm befindlichen Gefässnetze ein weiches Blastem, das kernhaltige Zellen in sich entwickelt und sofort ossificirt. Die ersten Spuren des Cementes, das mithin nicht durch Verknöcherung des Zahnsäckchens selbst sich bildet, sah ich bei Neugebornen in Form isolirter Scherbchen von länglicher oder rundlicher Gestalt, die am Elfenbeine der noch ganz kurzen Wurzel fest anhafteten und gerade so sich ausnahmen, wie sich bildende Knochensubstanz an Schädelknochen. Die kleinsten zeigten deutliche Knochenhöhlen und eine leicht gelbe Färbung, waren aber noch ganz weich und durchsichtig, und gingen an den Rändern unmerklich in ein ganz helles zellenführendes Blastem über; an grösseren waren die Ränder ebenso, aber die Mitte schon dunkler und fester und so fanden sich alle Uebergänge bis zu solchen, die schon wirklicher Knochen waren, ohne dass eine Ablagerung von Kalkkrümeln statt fand. Indem nun nach Maassgabe der Verlängerung der Wurzel immer neue solche Knochenscherbchen auftreten, fliessen dieselben allmälig, von oben nach unten, zu einer einzigen Lage zusammen, an die dann von aussen her immer auf dieselbe Weise noch so viel sich anlegt, als nöthig ist, um die ganze Dicke des Cementes zu erzeugen.

Wie das Schmelzoberhäutchen sich bildet, weiss ich nicht. Am Schmelzorgan existirt keine structurlose Lage, als deren Ossification dasselbe genommen werden könnte und so wäre ich geneigt, dasselbe für ein unmittelbar nach der Ossification der letzten Schmelzzellen vom Schmelzorgane abgesondertes, verirdetes, amorphes Exsudat zu halten, das die Enden der Schmelzprismen verkittet und schützt.

Werfen wir zum Schluss noch einen Blick auf die verschiedenen Substanzen des Zahnes und die Stellung derselben zueinander, so zeigt sich, dass dieselben, obschon in gewissen Beziehungen übereinstimmend, doch nicht in eine Kategorie zu bringen sind. Zahnbein und Cement stehen einander viel näher als dem Schmelz und sollte es sich als richtig erweisen, dass die Zahnröhrchen die verschmolzenen Höhlen verdickter länglicher Zellen sind, so würde das Elfenbein einem Knochengewebe entsprechen, dessen Grundsubstanz nur von den verdickten Wänden der ursprünglichen Zellen gebildet ist, und dessen Knochenhöhlen alle direct zusammenhängen. In ihrer äussern Erscheinung kommen sich Cement oder Knochen und Zahnbein oft sehr nahe, dann nämlich, wenn einerseits letzteres von

zahlreichen Haversischen Canälen durchzogen ist und, wie wenigstens *Retzius* gefunden zu haben glaubt, Knochenkörperchen enthält, andrerseits ersteres entweder sehr in die Länge gezogene Höhlen mit zahlreichen Ausläufern und ebenfalls Gefässcanäle besitzt oder neben spärlichen Lacunen viele parallele Canälchen wie Zahnröhrchen führt. Immerhin ist so viel sicher, dass beide Substanzen nie ganz gleich werden und wahrscheinlich auch in der Entwicklung stets bis zu einem gewissen Punkte sich unterscheiden. Der Schmelz kann noch am besten einem Zahnbeine verglichen werden, dessen Zellen durch und durch ossificirten, das mithin keine Röhrchen enthält, analog dem, was in den äussersten Schichten der Fischzähne sich findet, wenigstens stimmen beide Substanzen darin überein, dass sie einzig und allein aus länglichen Zellen ohne Grundsubstanz sich bilden. Kommen Canäle im Schmelz vor, so gleicht derselbe allerdings dem Zahnbeine beträchtlich, allein diese Canäle haben wahrscheinlich eine ganz andere Bedeutung als die im Zahnbein, nämlich die von durch Resorption entstandenen Höhlungen. Mit dem Cement hat der Schmelz meist keine Analogie, doch gibt es ein homogenes Cement mit einer undeutlichen Querstreifung, das wenigstens äusserlich dem Schmelz etwas ähnlich sieht, jedoch kaum aus verlängerten Zellen entstanden ist wie dieser. — Nimmt man auf die Bedeutung der Theile Rücksicht, von denen aus sich die verschiedenen Substanzen bilden, so ist das Zahnbein, als in dem gefässreichen Theile der Mundmucosa sich bildend, eine ächte Schleimhautproduction, der Schmelz ein Epithelialgebilde und das Cement eine von der Schleimhant gelieferte Belegungssubstanz.

§. 143.

Der fertige Zahn ist zwar ein hartes aber doch nicht allen Stoffwechsels beraubtes Gebilde, wie am besten die verschiedenartigen Erkrankungen desselben lehren. Was für den Knochen die Lacunen und ihre Canälchen, das sind hier die Zahncanälchen mit ihren Verzweigungen, die Knochenhöhlen und Canälchen im Cement, die Lücken zwischen den Schmelzprismen. Alle diese Räume führen im Leben Flüssigkeit, die einerseits aus den Gefässen des Keimes, andrerseits aus denen des Alveolarperiostes abstammt und einen wenn auch langsamen Wechsel der Substanz ermöglicht. Wie derselbe im Speciellen sich verhält, ist vorläufig nicht zu sagen, doch möchte aus dem Umstande, dass das fertige Zahnbein durch Krapp nicht gefärbt wird (*Hunter*, *Flourens* u. A. cf. *Henle* St. 878), wenigstens so viel zu schliessen sein, dass derselbe viel minder energisch ist als im Knochen, und vielleicht so stattfindet, dass die Kalkerde gar nicht oder nur äusserst langsam sich erneuert. Am besten ist auf jeden Fall im Elfenbein für eine Zufuhr von Säften gesorgt, da dasselbe von sehr zahlreichen und vielfach anastomosirenden Canälchen durchzogen ist, doch ist hier so wenig als in den Knochen an eine regelmässige Circulation derselben zu denken, sondern anzunehmen, dass je nach Maassgabe der Exsudation und Resorption von der Pulpa aus, ferner des Verbrauches im Zahne selbst, endlich dessen was an Schmelz und Cement abgegeben und vielleicht von diesen nach aussen abgeschieden wird, die Bewegung sich bald so bald anders gestaltet. Der Schmelz ist zwar nicht impermeabel, aber lässt doch Flüssigkeiten schwer durch, was am besten daraus zu ersehen ist, dass die Nerven der Zahnpulpa durch Säuren nicht afficirt (stumpf) werden, so lange die Schmelzbekleidung noch

ganz ist, wohl aber wenn, wie an den Schneidezähnen, das Zahnbein entblöst ist. Auch ist ja der Schmelz die härteste Zahnsubstanz, fast ohne organische Grundlage und ohne ein constantes Canalsystem. Noch undurchdringlicher als der Schmelz ist wohl das Schmelzoberhäutchen, das auch von chemischen Substanzen so sehr schwer angegriffen wird und sind daher diese zwei Substanzen zu Schutzmitteln des Zahnes trefflich geeignet. Durch die Nerven ihrer Pulpa erlangen die Zähne auch Sensibilität und zwar sind dieselben sowohl gegen Berührung, als gegen Wärme und Kälte und chemische Einwirkungen empfindlich. Mechanische Eingriffe niederen Grades können nur dadurch wirken, dass sie durch Schwingungen der Zahnsubstanz bis zur Pulpa sich fortpflanzen und es ist daher um so auffallender, dass die Zähne noch einen gewissen Sinn für Oertlichkeit haben, so dass man unterscheiden kann, ob dieselben innen oder aussen, oben oder unten, rechts oder links berührt werden. Das Gefühl der Zähne ist auch ziemlich fein, namentlich an der Kaufläche, wo die kleinsten fremden Körper, wie Haare, Sandkörnchen, beim Reiben der Kauflächen aneinander noch unterschieden werden, und was seine Lebhaftigkeit betrifft, so ist dieselbe wenigstens bei Krankheiten ausnehmend gross, was die bedeutende Zahl der Pulpanerven und die Leichtigkeit, mit der dieselben innerhalb ihres harten Behälters comprimirt werden können, hinreichend erklärt.

Im Alter werden die Zähne dichter, die Pulpahöhle füllt sich mit einer Art unregelmässigen Zahnbeines und obliterirt auch wohl ganz, was vielleicht die Ursache des normalen Ausfallens der Zähne ist. In einzelnen Fällen findet man nach *Tomes* die Wurzeln im Alter ganz durchsichtig wie Horn.

In pathologischer Beziehung ist Folgendes hervorzuheben. Ausgefallene bleibende Zähne ersetzen sich in Ausnahmsfällen durch eine dritte Dentition, doch bleiben nicht selten Milchzähne über ihre Zeit hinaus stehen und muss man sich davor hüten, einen spät hervorkommenden zweiten Zahn für einen dritten zu nehmen. Ausgezogene Zähne lassen sich wieder einpflanzen (in 15 Monaten war ein ausgezogener Eckzahn der obern Kinnlade wieder vollkommen befestigt). Abnormer Weise bilden sich Zähne vorzüglich im Ovarium, aber auch anderwärts. Brüche von Zähnen können, sofern sie innerhalb der Alveolen statthaben, durch unvollkommenes Zahnbein oder Cement heilen, dagegen findet sich eine Regeneration von abgenutzten Theilen nur bei den Geschöpfen (Nagethiere z. B.), wo die Zähne beständig wachsen. Hypertrophien des Cementes, sogenannte Exostosen, ferner Zahnbildungen an den Wänden der Pulpahöhle und Ossification der Pulpa selbst sind äusserst häufig und Folge von chronischen Entzündungen des Periostes und des Zahnkeimes. Ebenso ist ein theilweises Schwinden der Wurzeln nicht selten. Necrosis der Zähne findet sich, wenn das Periost vom Zahne gelöst oder die Pulpa abgestorben ist und werden dabei die Zähne rauh und dunkel bis schwarz, bis sie ausfallen. Was die Zahncaries ist und was sie veranlasst, ist zweifelhaft. Dieselbe greift lebende und falsche Zähne an *(Tomes)* und beginnt immer aussen von der Schmelzmembran aus *(Ficinus)*, wesshalb man auch den Mundflüssigkeiten einen sehr wesentlichen Antheil an derselben zugeschrieben hat, ohne jedoch behaupten zu wollen, dass nicht bei lebenden Zähnen der eine mehr dazu prädisponirt sein könne als der andere, sei es nun, dass seine chemische Zusammensetzung oder

die Art des Stoffwechsels ihn minder widerstandsfähig mache. Auf jeden Fall ist die Caries nicht eine einfache Auflösung der Salze durch die Mundflüssigkeiten, sondern geht eine faulige Zersetzung der organischen Theile des Zahnes, die von einer Entwicklung von Infusorien und Pilzen begleitet ist, mit der erstern Hand in Hand; ja es scheint selbst die letztere, nach den Mittheilungen von *Ficinus*, die erste Rolle bei derselben zu spielen, indem die Zähne vorzüglich von den Stellen aus cariös werden, wo den genannten Organismen Gelegenheit gegeben ist, sich ruhig zu entwickeln, wie in Rissen und Grübchen des Schmelzes, in den Vertiefungen der Backzähne, in den Spalten zwischen den Zähnen, nicht aber da, wo das Zahnbein sonst entblöst ist, wie an der Kaufläche, an gefeilten Stellen u. s. w. — Der Fortgang der Caries ist der, dass das mit wuchernden Organismen (einem Infusorium, ähnlich einem Vibrio, das *Ficinus* Denticola nennt, den Fäden, die auch auf der Zunge sich finden, die *Ficinus* mit Unrecht mit den Denticolae zusammenbringt, Fadenpilzen [*Erdl, Klenke, Tomes*]) besetzte missfarbige Schmelzoberhäutchen zuerst seiner Kalksalze verlustig geht und dann in eckige zellenartige Stückchen zerfällt, wie wenn es mit Salzsäure behandelt worden wäre. Dann schreitet derselbe Process durch den Schmelz auf das Zahnbein fort, immer zuerst denselben erweichend, so dass er nur noch 10 pCt. Asche enthält (*Ficinus*), und dann zersetzend. Das Zahnbein leidet hierbei mehr als der Schmelz und füllen sich seine Röhrchen zuerst mit der aus der Zersetzung hervorgehenden Flüssigkeit, die bis zur Pulpa geleitet werden und Schmerzen erzeugen kann, wenn nicht, wie *Tomes* fand, die Zahnröhrchen im angrenzenden Gesunden durch Niederschläge obliteriren oder die Pulpa durch im Cavum neu sich bildende Zahnbeinmassen geschützt wird (*Ficinus, Tomes*). Später bildet sich in den Röhrchen ein bräunlicher Niederschlag und dann zerfällt die Substanz zwischen denselben ganz. So schreitet der Zerstörungsprocess immer weiter, bis schliesslich die Krone zusammenbricht und auch die Wurzel sich auflöst und endlich ausfällt. — In der Gelbsucht färben sich die Zähne nicht selten leicht gelb, hie und da fast so intensiv wie die Haut, und bei Erstickten sollen dieselben manchmal roth sein, was beides nur durch Uebergang der Farbstoffe der Galle und des Blutes in die Zahnröhrchen zu erklären ist. In der Rhachitis bleiben die Zähne frei. — In dem Schleim an den Zähnen wuchern immer viele von den fadenförmigen Pilzen, die soeben erwähnt wurden, in einer feinkörnigen Matrix, die Schleimkörperchen oder Epitheliumplättchen umgibt, ausserdem finden sich auch die Infusorien der cariösen Zähne und erdige Niederschläge der Mundflüssigkeiten. Sammelt sich dieser Schleim in grösseren Mengen an, so erhärtet er und bildet den Weinstein der Zähne, der nach *Berzelius* besteht aus: Erdphosphaten 79.0, Schleim 12.5, Ptyalin 1.0, organischer Materie löslich in Salzsäure 7.5.

Zur Untersuchung der Zähne dienen feine Schliffe und in Salzsäure erweichte Präparate. Um erstere schön zu erhalten, ist es durchaus nöthig, nur junge und frische Zähne zu verwenden, da sonst namentlich der Schmelz abspringt. Man entnimmt mit einer feinen Säge ein beliebiges Längs- oder Quersegment und schleift dasselbe erst auf einem gröberen, dann auf einem feineren Schleifsteine so dünn als möglich; dann reinigt man den Schliff, polirt ihn zwischen zwei Glasplatten, bis seine Oberfläche möglichst glatt und glänzend ist und zieht ihn noch mit Aether aus, um anhängende Unreinigkeiten zu entfernen. Ist derselbe gut polirt und getrocknet, so sind alle Zahnröhrchen und Knochenhöhlen mit Luft gefüllt und kann der Schliff ohne weitere Zusätze unter einem Glasplättchen, das mit einem dicken und leicht festwerdenden Firniss fest gemacht wird, aufbewahrt werden. Solche polirte Schliffe sind allen anderen vorzuziehen, welche ihrer unebenen Oberfläche wegen mit verschiedenen Flüssigkeiten wie Canadabalsam, Terpentinöl u. s. w. bedeckt werden müssen, um bei starken Vergrösserungen untersucht werden zu können. Es dringt nämlich fast immer etwas von diesen Flüssigkeiten in die Zahnröhrchen ein und werden dieselben dann ganz hell und in ihren feineren Verästelungen undeutlich oder un-

sichtbar. Nur wenn ein Firniss recht dickflüssig ist, kann er noch dienen, sonst nicht. Beim Dünnschleifen von Zahnsegmenten kann man dieselben auch mit Canadabalsam auf ein Glasplättchen festkleben und so zuerst auf einer Seite mit einer Feile schleifen und poliren und dann, indem man den Schliff in dem erwärmten Balsam umwendet und wieder fest macht, auf der andern Seite. Wird der fertige Schliff mit Aether ausgezogen und getrocknet, so ist er ebenso schön wie ein nur mit Wasser bereiteter. — Zwei mittlere senkrechte Schliffe von vorn nach hinten, und von rechts nach links und Querschnitte durch die Wurzel und Krone genügen, um die wichtigsten Verhältnisse zu sehen, doch sollte man auch noch Schliffe haben, die die Oberfläche der Zahnhöhle und des Cementes, und die des Schmelzes zeigen, ferner verschiedene schiefe Schnitte und auch Querschnitte durch die Anfänge der Röhrchen der Wurzeln für die Anastomosen ihrer Zweige. Der Zahnknorpel ist durch Maceration in Salzsäure leicht darzustellen, nur dauert es je nach der Concentration der Säure und der Erneuerung derselben mehr oder weniger lang, in stärkerer Säure 3—4 Tage, in verdünnter 5—8. Will man einen ganzen Zahn so weich haben, dass die Röhrchen sich isoliren, so muss man ihn etwa 8 Tage in concentrirter Salzsäure liegen lassen; bei dünnen Schnitten von Zahnknorpel genügen hierzu 12—24 Stunden Behandlung mit Schwefel- und Salzsäure, und einige Stunden mit verdünntem *Natron* und *Kali causticum*. Sehr instructiv ist es auch, dünne Zahnschliffe in Säure zu maceriren und von Zeit zu Zeit, indem man sie auf untergeschobene Glasplättchen bringt, zu untersuchen, bis sie ganz zerfallen. — Schmelzprismen isolirt man leicht an sich bildendem Schmelz, die Querlinien sieht man bei Betupfen mit Salzsäure am besten, die Querschnitte der Prismen auch an Längsschliffen in gewissen Schichten ziemlich gut. — Die erste Entwicklung studirt man an Embryonen von 2, 3—4 Monaten mit der Lupe oder dem einfachen Mikroskop und auf Querschnitten der in Spiritus erhärteten Theile, den Bau des Zahnsäckchens und die Bildung der Zähne an solchen von 4, 5 und 6 Monaten und an Neugebornen, an frischen Objecten und, wenn man die Verhältnisse des Schmelzorganes kennen lernen will, auch an Spirituspräparaten, an denen auch sein Bau sich gut erhält. — Die Pulpa fertiger Zähne gewinnt man beim Zersprengen derselben in einem Schraubstock und ihre Nerven sieht man am besten bei Zusatz von diluirtem Natron.

Literatur der Zähne. *L. Fränkel*, *De penitiori dentium humanorum structura observationes, Vratislav.* 1835; *A. Retzius*, Bemerkungen über den innern Bau der Zähne, in Müll. Arch. 1837; *J. Tomes*, *A course of lectures on dental physiology and surgery, London* 1848; *R. Owen*, *Odontography,* London 1840—45, 1 Vol. mit Atlas von 150 Tafeln, und *Article Teeth*, in *Cyclopaedia of Anatomy*, IV, pg. 864; *Krukenberg*, Zur Lehre vom Röhrensysteme der Zähne und Knochen, in Müll. Arch. 1849, pg. 403; *J. Czermák*, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Zähne, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1850, Bd. II. St. 295; *Arnold*, in der Salzburger med. Zeitung 1831, pg. 236; *Raschkow, Meletemata circa dentium mammalium evolutionem, Vratisl.* 1835; *Goodsir, in Edinb. med. and surg. Journal* 1838, Nr. XXXI 1. und Fr. N. Not. Nr. 199, 200, 202, 203; *Marcusen*, Ueber die Entwicklung der Zähne der Säugethiere, aus dem *Bulletin phys.-math.* VIII. Nr. 20. Petersburg 1850. — Ueber die Zahncaries sind zu vergleichen: *Erdl,* in Allgem. Zeitung für Chirurgie von *Rohatzsch,* 1843. Nr. 19; *Ficinus*, im Journal für Chirurgie von *Walther* und *Ammon,* 1846. St. 1 und *Klenke*, Die Verderbniss der Zähne, Leipzig 1850. Die vergleichende Anatomie der Zähne findet sich in Bezug auf mikroskopische Verhältnisse abgehandelt in den citirten Werken von *Owen* und *Retzius*, dann in *Erdl,* in den Abhandlungen der math.-phys. Klasse der Königl. Bayer. Akad. Bd. III. Abth.2; *Tomes*, in den *Philos. Transactions,* 1849, 50 *(Marsupialia* und *Rodentia)*; *Agassiz*, in den *Poissons fossiles; Henle* und *J. Müller*, Syst. Beschreibung der Plagiostomen, 1838.

Von den Schlingorganen.

1. Schlundkopf (Pharynx).

§. 144.

Mit dem Schlundkopf, *Pharynx*, beginnt der Darm selbständiger zu werden und eine besondere Lage quergestreifter Muskeln, die *Constrictores* und *Levatores*, anzunehmen, die jedoch noch nicht rings um denselben herumgeht und auch noch grösstentheils von Knochen entspringt. Die Dicke der Wände des *Pharynx* von 2''' im Mittel beruht einem guten Theile nach auf dieser Muskelschicht, die aussen von einer straffen Faserhaut aus Bindegewebe und elastischen Fasern umhüllt wird und innen durch eine Schicht von Unterschleimhautgewebe von der Schleimhaut sich scheidet. Diese letztere ist blasser als die der Mundhöhle und in der obern und untern Hälfte des *Pharynx* in ihrem Baue ziemlich verschieden. An letzterem Orte, d. h. unterhalb der *Arcus pharyngo-palatini* oder in der Region, durch welche die Speisen treten, besitzt dieselbe ein Pflasterepithelium von demselben Bau und der nämlichen Dicke wie die Wandungen der Mundhöhle, oberhalb derselben dagegen, mithin an der hintern Fläche des weichen Gaumens vom scharfen Rande desselben an, an der obern Seite des Zäpfchens, im Umkreis der Choanen und Ohrtrompeten und am Rachengewölbe ein Flimmerepithelium mit denselben Eigenschaften wie in der Nasenhöhle und dem Kehlkopf, auf deren später folgende Beschreibung verwiesen wird. In diesem obern oder respiratorischen Abschnitt ist die Schleimhaut auch röther, dicker und drüsenreicher als im untern, sonst aber so ziemlich gleich gebaut, mit der einzigen Ausnahme, dass hier keine Papillen sich finden, welche jedoch auch in dem untern Abschnitte stellenweise sehr unentwickelt und spärlich sind und selbst ganz zu fehlen scheinen. Verglichen mit der Mundhöhle finde ich in der Mucosa des *Pharynx* viel mehr und stärkeres elastisches Gewebe, das in den tiefern Lagen zusammenhängende, sehr dichte elastische Häute bildet.

Von Drüsen enthält der *Pharynx* zweierlei: einmal gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüschen (siehe oben §. 134) und 2) Balgdrüsen. Die ersten von $\frac{1}{3}$—1''' Grösse und mit deutlichen Mündungen finden sich besonders im obern Theile des *Pharynx*, wo sie an der hintern Wand, in der Nähe der *Ostia pharyngea* der *Tubae Eustachii* und an der hintern Fläche des *Velum* eine ganz continuirliche Schicht bilden, weiter unten um so spärlicher, je näher man der Speiseröhre kommt. — Balgdrüsen und zwar einfache sowohl als auch zusammengesetzte, analog den Tonsillen, bietet das Schlundkopfgewölbe dar. Ich finde da, wo die Schleimhaut fest an die Schädelbasis geheftet ist, constant eine bis zu vier Linien dicke und von einer Tubaöffnung bis zur andern sich er-

streckende Drüsenmasse, die, abgesehen davon, dass die Dimensionen meist kleinere sind, im Wesentlichen ganz den Bau der Tonsillen zeigt (siehe §. 135). Ausser dieser Drüsenmasse, deren grösste Einsackungen in der Mitte der Decke des *Pharynx* und in den *Recessus* hinter den Tubenöffnungen sich finden und die bei alten Leuten häufig erweiterte mit eiterähnlichen Massen gefüllte Höhlungen zeigt, kommen rings um die Mündungen der Tuben und auf denselben, ferner gegen die Choanen zu, an der hintern Fläche des Gaumensegels und an den Seitenwänden des Schlundkopfes bis in die Höhe der Epiglottis mehr oder minder zahlreich kleinere und grössere Bälge vor, deren Grösse für Mündungen der Schleimdrüsen zu bedeutend ist, und die wahrscheinlich denselben Bau wie die einfachen Bälge der Zungenwurzel haben und die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen aufnehmen.

Die Schleimhaut des *Pharynx* ist reich an Blut- und Lymphgefässen. Die ersten bilden oberflächlich ein mehr langgestrecktes Maschennetz, steigen aber auch als kurze Schlingen in die rudimentären Papillen hinein. Die Nerven sind sehr zahlreich, bilden oberflächliche und tiefere Netze, erstere mit feinen hie und da sich theilenden Fasern von 0,001—0,0015‴, deren letzte Endigung dem Blicke sich entzieht.

2. Speiseröhre.

§. 145.

Die 1 1/2 — 1 3/4‴ dicken Wände der Speiseröhre, *Oesophagus*, bestehen zu äusserst aus einer bindegewebigen Faserhaut mit ausgezeichnet schönen elastischen Fasern. Dann folgt eine 3/4—1‴ dicke Muskelhaut mit einer äusseren 0,5‴ dicken Längsfaserschicht und einer inneren Ringfaserhaut von 0,24 — 0,3‴, die beide dicht aneinander gelegen, vom *Pharynx*, wo die Längsfasern mit zwei Bündeln aus dem *Constrictor infimus* und mit einem dritten vom Ringknorpel aus sich entwickeln, bis zum Magen sich erstrecken, in dessen Muskeln sie sich zum Theil fort-

Fig. 198.

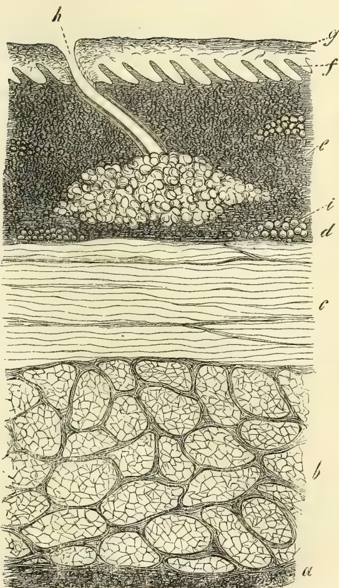
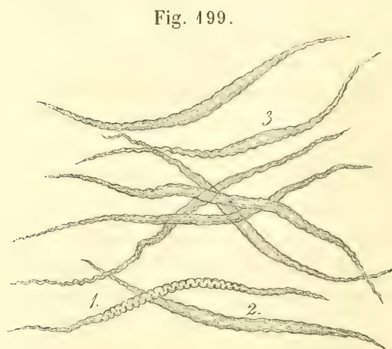


Fig. 198. Querschnitt der Speiseröhre des Menschen aus der Mitte. Vergr. 1. 2. *a.* Faserhülle. *b.* Längsmuskeln. *c.* Quermuskeln. *d. Tunica nervea.* *e.* Längsmuskeln der Mucosa. *f.* Papillen. *g.* Epithel. *h.* Mündung einer Schleimdrüse. *i.* Fettträubchen.

setzen. Am obern Drittheile der Speiseröhre bis zum Eintritte in den Thorax sind diese Muskeln nur quergestreift und bilden deutliche hie und da anastomosirende Bündel von 0,04—0,24‴. Weiter abwärts treten, und zwar zuerst in der Ringfaserschicht, und dann auch unter den Längsfasern, glatte Muskelfasern von demselben Baue wie beim Darm (s. unten) auf, die an Menge immer mehr zunehmen, bis schliesslich am untern Viertheil ungemein vorwiegend glatte Muskulatur sich findet. Einzelne quergestreifte Fasern finden sich jedoch nach *Ficinus* bis zur *Cardia*. Zu innerst folgt durch eine weisse nachgiebige Lage von submucösem Bindegewebe (*Tunica nervea* der Aeltern) von der Muskelhaut geschieden, die blassröthliche, nach unten weissliche Schleimhaut. Von der Gesammtdicke derselben von 0,36 — 0,45‴ kommen 0,1 — 0,12‴ auf ihr geschichtetes Pflasterepithelium, das denselben Bau zeigt, wie in der Mundhöhle, mit der Ausnahme jedoch, dass die wirklichen Epithelialplättchen wohl die Hälfte des Ganzen ausmachen und nach kurzer Maceration, an Leichen häufig ohne Weiteres, zum Theil mit den tieferen Lagen in grossen weissen Fetzen sich abziehen. Die eigentliche Schleimhaut, im Mittel von 0,3‴, besitzt zahlreiche, kegelförmige Papillen von 0,04 — 0,05‴ Länge und besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feineren elastischen Fasern, in dem jedoch, wie *Brücke* und ich gefunden haben, eine grosse Menge von longitudinalen glatten Muskelbündeln und ausserdem mehr vereinzelte Gruppen von gewöhnlichen Fettzellen und kleine traubenförmige Schleimdrüschen zu treffen sind.

Fig. 199.



An Gefässen und Saugadern ist die Speiseröhre mässig reich, und bilden die ersteren in den Papillen einfache Schlingen und an der Basis derselben ein mässig weites Capillarnetz wie im *Pharynx*. Nerven sieht man auch in der Schleimhaut in bedeutender Anzahl hier mit feinern Fasern von 0,0012—0,0015‴, doch hat es mir bisher nicht gelingen wollen, dieselben in die Papillen zu verfolgen, noch auch Theilungen und sonstige Endigungen an ihnen wahrzunehmen.

Literatur. *C. Th. Tourtual*, Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1846.

Fig. 199. Muskulöse Faserzellen aus der Oesophagusschleimhaut des Schweines nach Behandlung mit Salpetersäure von 20 pCt., 15 mal vergr.

Vom Darm im engern Sinne.

§. 146.

Die zum Darm im eigentlichen Sinne gehörenden Theile sind die am freiesten gelagerten des ganzen *Tractus* und fast alle durch besondere Bänder, die Gekröse, *Mesenteria*, in der grossen, vom Bauchfelle ausgekleideten Bauchhöhle befestigt. Ihre Wände bestehen, mit Ausnahme eines kleinen Theiles des Mastdarmes, überall aus drei Häuten, einer *Serosa*, dem *Peritonaeum*, einer *Muscularis* mit zwei, selbst drei Lagen und einer *Mucosa*, und enthalten in der letztern eine ungemeine Zahl von drüsigen Gebilden, die in drei Gruppen, traubenförmige Schleimdrüsen, Schlauchdrüsen und geschlossene Bälge, zerfallen.

§. 147.

Das Bauchfell, *Peritonaeum*, ist in seinem äussern oder parietalen Blatte bedeutend dicker und fester als in seinem innern oder visceralen (hier 0,02—0,03‴, dort 0,04—0,06‴), zeigt jedoch an beiden Orten im Wesentlichen denselben Bau und besteht vorzüglich aus Bindegewebe mit deutlichen, verschiedentlich sich kreuzenden Bündeln und zahlreichen Netzen elastischer Fasern, die im parietalen Blatte stärker sind. Ein subseröses lockeres Bindegewebe mit mehr oder weniger Fett verbindet das Bauchfell mit andern Organen oder wie in den Gekrösen, einzelne Lamellen untereinander, ist jedoch unter dem visceralen Blatte mit Ausnahme gewisser Stellen *(Colon, appendices epiploicae)* sehr wenig entwickelt oder selbst gar nicht nachzuweisen, wie in gewissen Bauchfellbändern. Die freie Fläche beider Bauchfelllamellen wird von einem einfachen Pflasterepithelium überzogen, dessen leicht abgeplattete polygonale kernhaltige Zellen 0,01‴ im Mittel betragen und so fest zusammengefügt sind, dass die freie Fläche der *Serosa* vollkommen glatt und wegen ihres stets leicht feuchten Zustandes auch glänzend erscheint. Die Blutgefässe des *Peritonaeum* sind im Allgemeinen spärlich und noch am zahlreichsten in den Netzen und im visceralen Blatte, ferner im subserösen Gewebe, in welch letzterem allein bis jetzt Lymphgefässe nachgewiesen sind. Wenig zahlreich sind auch die Nerven, die vorzüglich im Netz, den Gekrösen und Leberbändern im Begleit der Arterien sich nachweisen liessen.

§. 148.

Muskelhaut des Darmes. Alle Theile des *Tractus* vom Magen bis zum Mastdarm besitzen eine besondere *Muscularis*, die jedoch nicht überall gleich sich verhält.

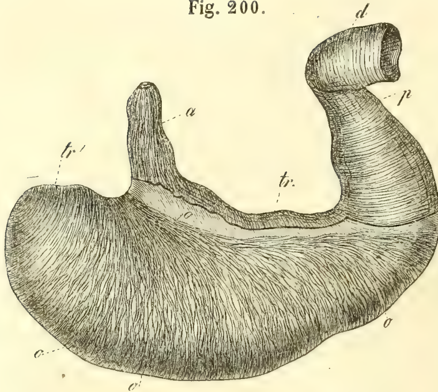


Fig. 200.

Am Magen ist die Muskelhaut nicht überall von gleicher Dicke und zwar am *Fundus* ganz dünn ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}'''$), in der Mitte ungefähr $\frac{1}{2}'''$, in der *Regio pylorica* endlich $\frac{3}{4}$, selbst $1'''$ dick. Sie besteht aus drei, jedoch nicht vollständigen Schichten: 1) Längsfasern zu äusserst besonders an der *Cardia* als Ausstrahlung eines Theiles der Längsfasern des *Oesophagus*, dann auch an der *Pars pylorica* und am *Pylorus*, von wo sie straff angespannt auf das *Duodenum* übergehen; 2) Ringmuskeln in der Mitte vom *Fundus* bis zum *Pylorus* und hier am stärksten, wo sie den sogenannten *Sphincter pylori* bilden; 3) schiefe Fasern zu innerst, die zusammenhängend mit den Ringmuskeln den *Fundus* schleifenförmig umfassen, und an der vordern und hintern Magenwand schief gegen die *Curvatura major* verlaufen, wo sie an der Aussenseite der Schleimhaut enden oder untereinander zusammenhängen.

An den dünnen Gedärmen ist die Muskelhaut am *Duodenum* und den obern Theilen etwas dicker als an den untern, im Allgemeinen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{6}'''$, und nur aus Längs- und Querfasern zusammengesetzt. Die ersten sind immer schwächer und bilden auch keine vollständige Schicht, indem sie am Gekrösrande sehr spärlich sind oder gänzlich fehlen; am freien Rande sind sie gewöhnlich am deutlichsten, doch ziehen sie auch hier leicht mit der *Serosa* sich ab, so dass gleich die zweite Schicht entblöst wird. Diese ist vollständig und besteht aus ringförmigen Bündeln, die nicht selten unter sehr spitzen Winkeln anastomosiren.

Am Dickdarm sind die Längsfasern auf die drei *Ligamenta coli*, 4—$6'''$, selbst $8'''$ breite, $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}'''$ dicke Muskelbänder reducirt, die am *Coecum* beginnen und an dem *S romanum* in eine einzige Längsfaserschicht zusammenfliessen, die als solche auch auf den Mastdarm übergeht. Unter diesen Bändern liegt eine zusammenhängende Ringfaserlage, dünner als am Dünndarme und besonders in den unter dem Namen *Plicae sigmoideae* bekannten Duplicaturen entwickelt.

Der Mastdarm hat eine $1'''$ und darüber dicke Muskellage, an der die stärkeren Längsfasern aussen, die Ringfasern innen liegen. Das letzte, etwas dickere Ende der Ringfasern ist der *Sphincter ani internus*, mit dem dann der quergestreifte *Sphincter externus* und *Levator ani* sich verbinden.

Fig. 200. Magen des Menschen, verkleinert. *a.* Oesophagus mit den Längsfasern. *tr.* Querfasern (zweite Lage) grösstentheils abpräparirt. *tr'* Querfasern am *Fundus*. *o. Fibrae obliquae. p. Pylorus. d. Duodenum.*

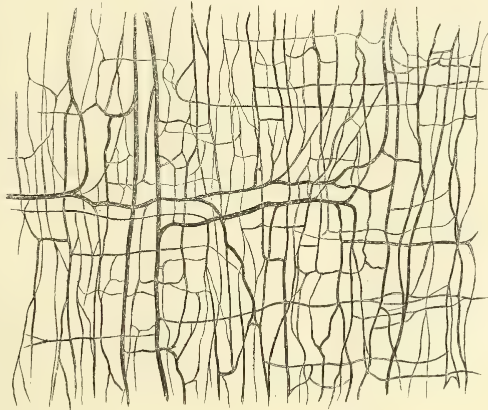
Mit Bezug auf ihren elementären Bau gehören alle Muskeln des eigentlichen Darmes zu den sogenannten glatten oder ungestreiften (vegetativen, organischen) Muskeln (siehe §. 26). Die Elemente derselben oder die Faserzellen sind spindelförmig, in der Mitte 0,002—0,003‴ breit und abgeplattet, 0,06—0,1‴ lang, blass und homogen mit einem 0,006—0,012‴ langen, 0,001—0,0028‴ breiten Kern. Viele der Fasern besitzen knotige Anschwellungen, manchmal auch zickzackförmige Biegungen, die das namentlich an Spirituspräparaten so häufige, quergebänderte Ansehen der ganzen Bündel solcher Muskeln bewirken. Die Anordnung der Faserzellen in den verschiedenen Muskelstratis ist einfach die, dass dieselben, der Länge und Breite nach aneinander gereiht und miteinander verklebt, dünne Muskelbänder bilden, die dann jedes von etwas Bindegewebe umhüllt, und häufig auch zu noch stärkeren Bündeln vereint, die dünneren oder dickeren Muskelhäute der verschiedenen Regionen darstellen, die ebenfalls von bedeutenden Lagen von Bindegewebe bekleidet und von den benachbarten Theilen geschieden sind.

Fig. 201.



Die Blutgefässe der glatten Muskeln sind sehr zahlreich

Fig. 202.



und bilden ihre 0,003—0,004‴ breiten Capillaren ein characteristisches Netz mit rechteckigen Maschen. Von etwaigen Lymphgefässen ist nichts bekannt und das Verhalten der Nerven, abgesehen davon, dass *Ecker* in der *Musculosa* des Magens des Frosches und Kaninchens Theilungen feiner Nervenfasern gesehen hat, ebenfalls noch nicht ermittelt.

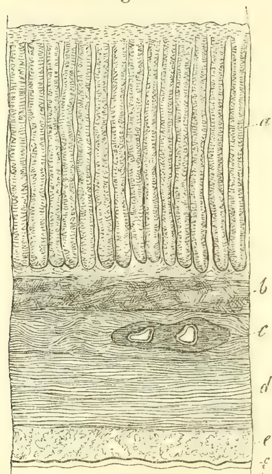
Fig. 202. Blutgefässe der glatten Muskeln des Darmes. Vergr. 45.
Fig. 201. Muskulöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen.

Schleimhaut des Magens.

§. 149.

Im Magen ist die Schleimhaut weich und locker, während der Verdauung röthlich grau bis hellroth, sonst graulich. An ihrer innern Oberfläche finden sich bei leerem Magen besonders Längsfalten, die jedoch bei der Füllung sich verstreichen. Ausserdem zeigen sich namentlich im Pylorustheil um die Mündungen der schlauchförmigen oder Magensaftdrüsen herum kleine netzförmig verbundene Fältchen oder auch isolirte Zöttchen *(Plicae villosae, Krause)* von 0,024—0,048''', selbst 0,1''' (1/30—1/20''' *Kr.*), und nicht selten ist auch die Schleimhaut, wiederum besonders rechts durch seichte Vertiefungen in leicht erhabene polygonale Felder von 1/2, 1 1/2—2''' getheilt, welchen sogenannten »*État mamelonné*« der pathologischen Anatomen auch ganz gesunde Mägen darbieten. Am dünnsten, von 1/6—1/4''', ist die *Mucosa* an der *Cardia*, in der Mitte verdickt sie sich bis zu 1/2''' und im Pylorustheile oft bis zu 3/4 und 1''', ein Verhalten, das einzig und allein auf Rechnung ihrer Drüsenlage zu setzen ist, indem Epithelium und Muskellage überall ungefähr dieselbe Dicke haben. Das submucöse Gewebe ist reichlich und besitzt wie überall am Darm auch einzelne Fettzellen.

Fig. 203.



§. 150.

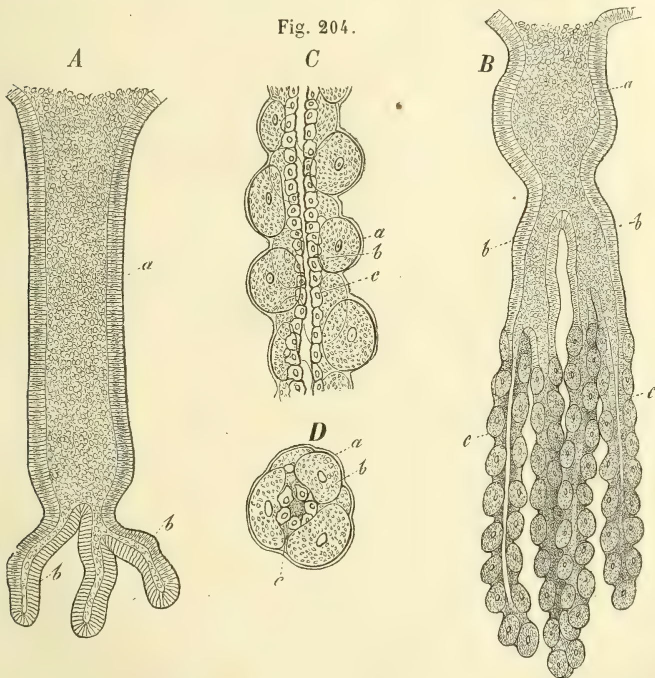
Magendrüsen. Die Drüsen des Magens, die wichtigsten Theile der Schleimhaut, sind schlauchförmige Drüschen, die, eine dicht neben der andern, so ziemlich gerade durch die ganze Dicke der Schleimhaut bis zu ihrer Muskellage sich erstrecken und mithin, je nach den Gegenden des Magens, von 1/5—3/4''', selbst 1''', im Mittel 1/2''' in der Länge betragen. Jede derselben beginnt als cylindrischer Schlauch von 0,03—0,04''' Breite an der Oberfläche der Schleimhaut, verschmälert sich im Abwärtssteigen oft bis zu 0,014—0,02''' und endet mit einer flaschen- oder kolbenförmigen Anschellung von 0,02—0,026—0,036'''. Das untere Drittheil der Drüsen ist meist, besonders am *Pylorus,* wellenförmig gebogen, ja oft sogar korkzieherartig gedreht und hie und da noch vor seinem Ende mit einem

Fig. 203. Senkrechter Schnitt durch die Häute des Schweinemagens, vom *Pylorus*. Vergr. 30. *a.* Drüsen. *b.* Muskellage der *Mucosa*. *c.* Submucöses Gewebe *(Tunica nervea)* mit durchschnittenen Gefässen. *d.* Quermuskellage. *e.* Längsmuskelschicht. *f. Serosa*.

kürzern oder längern blinden Ast versehen. Jede Magendrüse wird von einer zarten *Membrana propria* umgeben und besitzt am obern Drittheil ein cylindrisches, mit dem der Magenoberfläche zusammenhängendes Epithel, weiter abwärts in den drei untern Viertheilen dagegen feinkörnige blasse, 0,006—0,01''' grosse, polygonale kernhaltige Zellen, die vielleicht nie ein deutliches Epithel bilden, sondern die Schläuche ganz zu erfüllen scheinen.

Bei Thieren sind die Magendrüsen complicirter als beim Menschen, häufig an ihren Enden mehrfach gabelig getheilt und bei mehreren Gattungen deutlich von zwei Arten, Magenschleimdrüsen mit Cylinderepithelium und Magensaftdrüsen mit ähnlichen Zellen wie sie auch beim Menschen sich finden. Ausführliche Beschreibung einiger Formen enthält meine *Mikr. Anat.* II. 2. pg. 140 flgd. und gebe ich hier zur Veranschaulichung nur das Bild der zwei Drüsenformen vom Hund (Fig. 204).

Fig. 204.



Das Secret der Magendrüsen ist beim Menschen noch nicht so untersucht, dass sich mit Bestimmtheit sagen liesse, ob dieselben alle wirklichen Magensaft secerniren. Einige Versuche, die ich in dieser Beziehung angestellt, weisen darauf hin, dass auch hier, wie bei Thieren, nur gewisse Drüsen das eigentlich

Fig. 204. *A*. Magendrüse des Hundes vom *Pylorus* mit Cylinderepithel. *a*. Grosse Drüsenhöhle. *b*. Schlauchförmige Anhänge derselben. *B*. Magensaftdrüse von der Mitte des Magens. *a*. Gemeinschaftlicher Drüsenkörper. *b*. Hauptäste desselben. *c*. Endschläuche. Vergr. 60. *C*. Stück eines Endschlauches, 350 mal vergr., in der Längsansicht. *D*. Ebendasselbe im Querschnitt. *a*. *Membrana propria*. *b*. Grosse Zellen dicht an derselben. *c*. Kleines Epithel um das Lumen herum.

wirksame Secret liefern und zwar die der Mitte des Magens, doch werden noch weitere Beobachtungen an möglichst frischen und normalen Mägen anzustellen sein, um dieses Resultat festzustellen. — Auf jeden Fall ist das Secret der Drüsen wohl vorzüglich flüssig, doch finden sich in dem Schleim, der die Schleimhaut gewöhnlich in geringen Mengen überzieht, ausser halb zerfallenen Cylinderepithelien fast ohne Ausnahme eine gewisse Menge der eigentlichen Drüsenzellen, von denen sich nicht sagen lässt, ob sie nur zufällige oder wesentliche Bestandtheile der Drüsenabsonderung sind.

Den zwei Formen der Magendrüsen vieler Thiere entsprechen zwei verschieden wirkende Secrete, ein Verhältniss auf das *Bischoff* und *Wasmann* zuerst aufmerksam gemacht haben und das ich bestätigen kann. Beim Hunde finden sich Drüsen mit Cylinderepithelium am *Pylorus,* Drüsen mit rundlichen Zellen in den übrigen Theilen des Magens, ebenso bei Wiederkäuern und beim Kaninchen, wogegen beim Schweine nur die Mitte des Magens, besonders die *Curvatura major,* der Sitz derselben ist. Eine Reihe von künstlichen Verdauungsversuchen, die ich im Verein mit Herrn *Cand. med. Goll* aus Zürich besonders mit der Magenschleimhaut des Schweines anstellte, ergab als ganz bestimmtes Resultat, dass die Drüsen in Bezug auf ihre auflösende Kraft ganz verschieden sich verhalten, indem diejenigen mit runden Zellen angesäuert geronnene Proteinverbindungen in kürzester Zeit bewältigen, die mit Cylinderepithel dagegen entweder gar nichts vermögen oder nur nach langer Zeit eine geringe Wirkung zu Wege bringen. Ebenso bietet auch der Magen nur da, wo die ersten Drüsen sitzen eine exquisit saure Reaction dar. — Der wirksame organische Stoff, das *Pepsin,* sitzt nicht in dem Magenschleim, der, aus abgelösten Epithelialcylindern bestehend, oft in grosser Menge die Schleimhaut überzieht, sondern in den feingranulirten rundlichen Zellen der Magensaftdrüsen, welche Zellen mithin allerdings den Namen Labzellen *(Frerichs)* verdienen, jedoch meinen Erfahrungen zufolge nicht nothwendig nach aussen abgeschieden werden und bei der Verdauung direct sich betheiligen, sondern häufig nur durch Entleerung des in ihnen bereiteten Stoffes in die Drüsen wirksam sind.

§. 151.

Das ausser den Magendrüsen die Schleimhaut bildende Gewebe ist, wie wir schon sahen, sehr spärlich. Nur am Grunde der Drüsen erscheint dasselbe als eine zusammenhängende, feste, röthliche Schicht von 0,022—0,044''' Dicke *(Brücke)* der Muskellage der Schleimhaut mit durcheinander geflochtenen Bündeln von gewöhnlichem Bindegewebe und von glatten Muskeln, von denen die letzteren besonders in zwei Richtungen sich kreuzen und beim Schwein selbst zwischen die Drüsen und in die *Plicae villosae* eingehen. Beim Menschen finden sich zwischen den Drüsen nur Gefässe und eine amorphe Bindesubstanz ohne elastische Fäserchen, die an der Oberfläche der Schleimhaut ein helles, ganz homogenes Stratum, die structurlose Haut der Autoren, bildet, das mit den *Membranae propriae* der einzelnen Drüsenschläuche zusammenhängt, aber nicht wie diese sich isoliren lässt.

Die ganze innere Oberfläche des Magens von der *Cardia* an, wo das Pflasterepithelium der Speiseröhre mit einem scharfen und gezackten Rande aufhört, besitzt einen einfachen Ueberzug von cylindrischen Zellen von 0,01''' mittlerer Länge, die ohne Zwischenlage direct auf dem äussersten homogenen Theile der Schleimhaut aufsitzen. Die Verbindung dieses

Cylinderepithelium, dessen sonstige Verhältnisse beim Dünndarm, wo eine ganz gleiche Lage sich findet, besprochen werden sollen, mit der Schleimhaut ist im Leben ganz fest, jedoch nicht so sehr, dass dessen Elemente nicht zeitenweise in Folge der mechanischen Eingriffe, wie sie im Magen stattfinden müssen, einzeln oder in Menge sich loslösen könnten. Nach dem Tode geschieht dies so leicht, dass man beim Menschen nur in sehr günstigen Fällen Gelegenheit hat, die Zellen *in situ* zu sehen. Vielleicht ist auch eine gewisse Loslösung des Epithels während der Verdauung in dieser oder jener Weise normal vorhanden, wenigstens sind bei Thieren die Mengen der abgefallenen Epithelzellen oft ungemein gross und bilden dieselben häufig fast allein die die *Mucosa* bedeckende Schleimkruste.

Ausser den schlauchförmigen Drüsen enthält der Magen auch, jedoch nicht constant und in sehr wechselnder Anzahl, geschlossene Follikel oder sogenannte linsenförmige Drüsen, die mit den solitären Follikeln des Dünndarms ganz übereinstimmen und daher hier nicht weiter besprochen werden sollen.

Die Blutgefässe der Magenschleimhaut sind sehr zahlreich und in ihrer Vertheilung ganz characteristisch (vgl. die Fig. 205 von den Gefässen des Dickdarmes, deren Anordnung fast gleich ist). Die Arterien zertheilen sich schon im submucösen Bindegewebe so, dass sie nur mit feineren Stämmchen zur Schleimhaut gelangen, in der sie allmälig zu Capillaren sich verfeinernd in grosser Zahl senkrecht zwischen den Drüsen aufsteigen und ein die Schläuche derselben umspinnendes Netz feiner Capillaren von 0,002—0,003''' bilden, das bis an die Drüsenmündungen sich hinzieht. Hier setzt sich dasselbe, das durch den ganzen Magen continuirlich zu denken ist, in ein oberflächliches Netz etwas stärkerer Capillaren von 0,004 — 0,008''' fort, das beim Menschen mit polygonalen Maschen von 0,02—0,04''' die Drüsenmündungen ringförmig umgibt, und je nach der Breite der Zwischenräume und dem Vorkommen von Erhebungen an denselben entwickelter oder einfacher ist, jedoch nie aus einfachen Gefässringen zu bestehen scheint. Aus diesem Netz erst entspringen dann immer mit mehreren Wurzeln verhältnissmässig weite Venen, die in grösseren Entfernungen als die Arterien, ohne weiter noch Blut aufzunehmen, die Drüsenlage durchsetzen und an der Aussenfläche der Schleimhaut oft unter rechtem Winkel in ein weiteres Venennetz des submucösen Gewebes mit zum Theil horizontalen Gefässen sich einsenken.

Fig. 205.



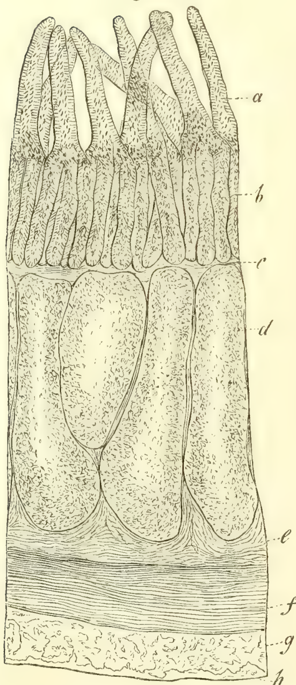
Fig. 205. Gefässe des Dickdarmes eines Hundes in senkrecht durchschnittener Schleimhaut. *a*. Arterie. *b*. Capillarnetz der Oberfläche mit Drüsenmündungen. *c*. Vene. *d*. Capillarnetz um die Drüsenschläuche in der Dicke der Schleimhaut.

Die Saugadern des Magens bilden in der Schleimhaut ein oberflächliches feineres und ein tiefes gröberes Netz, die nur bei Injectionen wahrzunehmen sind. Die aus der Schleimhaut hervortretenden zahlreichen Stämmchen sieht man bei während der Verdauung getödteten grösseren Säugethieren im submucösen Gewebe leicht, und ist ihre Sammlung zu grösseren Stämmchen und schliesslich das Durchbohren der *Musculosa* in der Gegend der Curvaturen ebenfalls deutlich wahrzunehmen. — Die Nerven des Magens vom *Vagus* und *Sympathicus* verfolgt man leicht bis in das submucöse Gewebe und sieht sie auch noch in die Muskellage der *Mucosa* eintreten, dann aber entziehen sie sich weiterer Forschung durchaus, woran vorzüglich das Schuld ist, dass sie im Innern der Schleimhaut selbst offenbar keine dunkelrandigen Fasern mehr führen, sondern wahrscheinlich nur blasse, mit embryonalem Character.

Schleimhaut des Dünndarmes.

§. 152.

Fig. 206.



Die *Mucosa* des Dünndarmes ist dünner als die des Magens, aber zusammengesetzter, indem sie ausser den schlauchförmigen oder Lieberkühn'schen Drüsen eine grosse Zahl von bleibenden Falten und Zotten darbietet und ausserdem noch in ihrem Gewebe eigenthümliche geschlossene Bälge, die sogenannten solitären und Peyer'schen Drüsen, und im submucösen Gewebe des *Duodenum* die Brunner'schen Drüsen enthält.

Die Schleimhaut besteht aus einem namentlich zu innerst mehr homogenen oder undeutlich faserigen Bindegewebe und besitzt, ausser wo gewisse Drüsen sich finden, nur wenig submucöses Gewebe, wesshalb sie mit der *Muscularis* ziemlich fest zusammenhängt. Auf der innern Oberfläche der Schleimhaut sitzt ein Cylinderepithelium, von dem bei den Zotten weiter die Rede sein soll, während dieselbe nach aussen gegen das submucöse Gewebe von einer, von *Brücke* aufgefundenen, höchstens 0,0177‴ messenden, der Länge

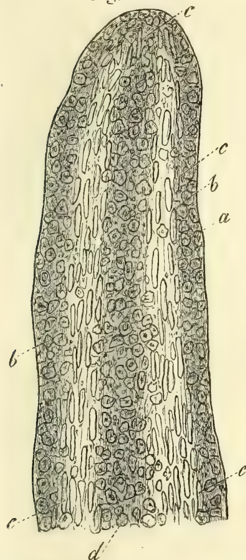
Fig. 206. Durchschnitt durch die Wandungen des untersten Theiles des *Ileum* vom Kalbe. Vergr. 60. *a.* Zotten. *b.* Lieberkühn'sche Drüsen. *c.* Muskellage der *Mucosa*. *d.* Follikel einer Peyer'schen Plaque. *e.* Rest des submucösen Gewebes unter ihnen. *f.* Ringmuskeln. *g.* Längsmuskeln.

und der Quere nach angeordneten Lage von glatten Muskeln begrenzt wird, die jedoch beim Menschen ihrer oft geringen Entwicklung wegen nicht immer leicht sich erkennen lässt.

§. 153.

Die Zotten des Dünndarmes *(Villi intestinales)* sind kleine weissliche, von blossem Auge noch leicht sichtbare Erhebungen der innersten Theile der *Mucosa*, die, auf den *Kerkring'*-schen Falten und zwischen denselben gelegen, durch den ganzen Dünndarm vom *Pylorus* bis zum scharfen Rande der *Valvula Bauhini* so dicht stehen, dass sie der *Mucosa* das bekannte sammtartige Ansehen geben. Am zahlreichsten (50 — 90 auf 1 □''') sind sie im *Duodenum* und *Jejunum*, minder häufig im *Ileum* (40 — 70 auf 1 □'''). Im *Duodenum* sind sie mehr niedrig und breit, wie Falten und Blätter, von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{4}$''' Höhe, $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{2}$, selbst $\frac{3}{4}$''' Breite. Im *Jejunum* erscheinen sie meist kegelförmig und plattgedrückt, häufig auch noch blattartig oder cylindrisch, keulen- oder fadenförmig, welche drei letztgenannten Formen im Leerdarm vorwiegen. Die Länge dieser Zotten beträgt von $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$''', die Breite von $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{10}$, selbst $\frac{1}{25}$''', die Dicke bei den plattgedrückten $\frac{1}{20}$'''.

Fig. 207.



Die Zotten bestehen aus einem der Schleimhaut angehörenden innern Theil und einer Epithelialhüllle. Der erstere oder die Zotte im engern Sinne entspricht in seiner Contour den ganzen Zotten und ist nichts anderes als ein solider, mit Blut- und Lymphgefässen und mit glatten Muskeln versehener Fortsatz der eigentlichen *Mucosa*, dessen mit einer verschiedenen Zahl von rundlichen Kernen besetztes Grundgewebe in der Regel ebensowenig einen bestimmten morphologischen Character an sich trägt, wie das der *Mucosa* überhaupt, jedoch unzweifelhaft für ein metamorphosirtes Bindegewebe ohne Beimengung von elastischem Gewebe zu halten ist. Die Blutgefässe der Zotten (Fig. 208) sind so zahlreich, dass bei einer guten Injection die vom Epithel

Fig. 208.

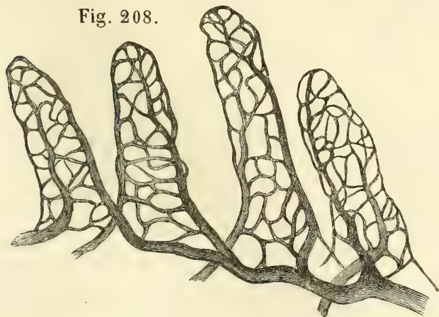


Fig. 207. Darmzotte eines jungen Kätzchens ohne Epithel, mit Essigsäure, 350 mal vergr. *a*. Begrenzung der Zotte. *b*. Kerne darunter. *c*. Kerne der glatten Muskeln. *d*. Rundliche Kerne im Centrum der Zotte.

Fig. 208. Gefässe einiger Zotten d. Maus. Nach e. Gerlach'schen Injection. Vergr. 45.

entblösten Zotten ganz gefärbt werden und bei lebenden oder eben getödteten Thieren jede Zotte von oben als ein rother, von einem hellen Saume umgebener Punkt erscheint. Beim Menschen enthält jede Zotte ein von 1, 2 oder 3 kleinen Arterien von 0,01 — 0,016‴ versorgtes enges Netz von 0,003 — 0,005‴ weiten Capillaren mit runden oder länglichen Maschen, das unmittelbar unter der homogenen äussersten Lage der Grundsubstanz derselben sich befindet und meist durch eine Vene von 0,022‴, die nicht wie bei Thieren durch eine Umbiegung der Arterie, sondern in der Regel durch ein allmäliges Zusammenfliessen der feinsten Gefässchen entsteht, sein Blut ziemlich direct in die grösseren Stämme des submucösen Gewebes abführt.

Das Verhalten der Chylusgefässe in den menschlichen Zotten ist noch nicht vollständig ermittelt, denn wenn auch die meisten Forscher immer noch wie die älteren Beobachter für die Annahme von 1 oder 2 blind beginnenden Stämmchen gestimmt sind, so werden doch in der neuern Zeit immer mehr Stimmen laut, die für einen netzförmigen Anfang derselben sprechen. Was mich betrifft, so bin ich nicht im Stande für den Menschen eine Ansicht zu äussern, da ich noch nie im Falle war, mit Chylus gefüllte Zotten zu sehen und an leeren Zotten noch keine überzeugenden Anschauungen mir erwerben konnte; was dagegen die Thiere anlangt, so darf ich versichern, dass in vielen Fällen bestimmt nur ein einziges, blind und häufig erweitert beginnendes Chylusstämmchen von viel grösserem Durchmesser als die Capillaren der Zotten mitten durch die Axe derselben verläuft (Fig. 209). Ich für mich glaube, dass alle schmalen cylindrischen und fadenförmigen Zotten in dieser Weise sich verhalten, dass dagegen in den breiten und blattartigen die Zahl und Anfangsweise dieser Gefässe möglicherweise eine andere ist (vergl. meine *Mikr. Anatomie II. 2.* pg. 160). Ausser diesen Theilen enthalten die Zotten noch, wie *Brücke* vor kurzem entdeckte, mehr im Centrum um die Lymphgefässe herum eine dünne Lage von longitudinalen glatten Muskeln, die jedoch beim Menschen nicht immer deutlich sind. Dieselben bewirken die unmittelbar nach dem Tode sehr evidenten (Fig. 210) und nach *Brücke* auch an lebenden Geschöpfen wahrnehmbaren Verkürzungen der Zotten, welche sehr wahr-

Fig. 209.



Fig. 209. Zwei Zotten ohne Epithel mit dem Chylusgefäss im Innern, vom Kalbe, 350 mal vergr. und mit verdünntem Natron behandelt.



scheinlich einen bedeutenden Einfluss auf die Fortbewegung des Chylus und des venösen Blutes in den Zotten ausüben, vorausgesetzt, dass die Annahme von wiederholten Contractionen während des Lebens nichts gegen sich hat. — Von Nerven der Zotten ist nichts bekannt.

Das Epithelium der Zotten und der sonstigen Schleimhautfläche, obschon im Leben sehr innig mit den tieferen Theilen verbunden und nur zufällig oder in Krankheiten abfallend, löst sich an Leichen sehr leicht ab und ist nur an ganz frischen Darmstücken wahrzunehmen. Dasselbe besteht überall aus einer einfachen Lage von cylindrischen, am untern Ende leicht verschmälerten Zellen von 0,01 — 0,012''' Länge, 0,003—0,004''' Breite, die neben einem hellen, bläschenförmigen, ovalen, mit einem oder zwei Kernkörperchen versehenen Kern, gewöhnlich nichts als feine Körnchen im Inhalt führen. Im Leben sind diese Zellen, die in allen chemischen Characteren mit den tieferen Zellen des Mundhöhlenepithels übereinstimmen, so innig verbunden, dass man selbst nach dem Tode im Anfang ihre Contouren in der Längsansicht nicht oder nur undeutlich erkennt, während sie allerdings schon jetzt von der Fläche als zierliche Mosaik erscheinen. Ganz deutlich werden auch später die Cylinder eigentlich erst dann, wenn sie sich lösen oder abgestreift werden, was meist so geschieht, dass sie in

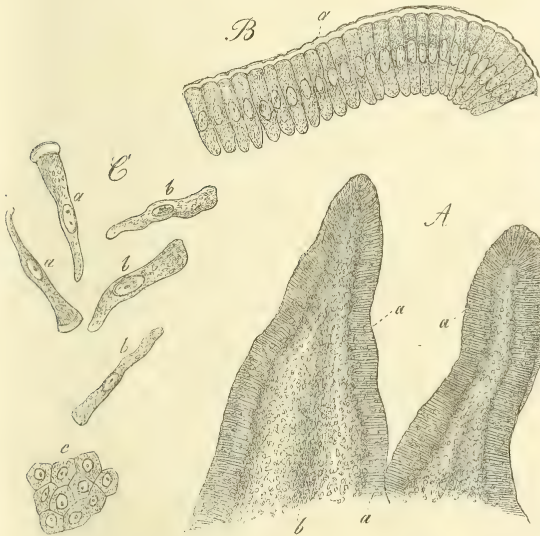


Fig. 210. Zwei in Contraction begriffene Darmzotten der Katze. Vergr. 60.

Fig. 211. *A.* Zwei Zotten mit Epithel vom Kaninchen. Vergr. 75. *a.* Epithel, *b.* Parenchym der Zotte. *B.* Eine abgelöste Epithelfolge, 300 mal vergr. *a.* Durch Wasser abgehobene Membranen. *C.* Einzelne Epithelzellen, 350 mal vergr. *a.* mit, *b.* ohne abgehobene Membran, *c.* einige Zellen von der Fläche.

ganzen Folgen, ja selbst die eine Zotte überziehenden Zellen alle zusammen, den Calyptren einer Moosfrucht ähnlich, sich ablösen. Durch Wasser wird an diesen Zellen ein Zurückweichen des Zelleninhaltes vom breiteren Ende her bewirkt, das die einzelnen Zellen wie mit einer einseitig verdickten Membran versehen erscheinen lässt und bei Zellenreihen oder ganzen Zotten eine besondere structurlose Hülle, ähnlich einer Pflanzencuticula, nachahmt; bei längerer Einwirkung desselben oder der Darmsäfte erhalten die Zellen durch Bersten Oeffnungen oder werden zu grossen birnförmigen hellen Blasen ausgedehnt.

Hier ist der Ort von den Veränderungen der Epitheliumzellen und der Zotten überhaupt während der Verdauung zu reden. Das Augenfälligste ist das Vorkommen von Fett in verschiedenen Theilen der Zotten, wie es jedesmal dann sich zeigt, wenn ein fetter milchweisser Chylus gebildet wird. Die Reihenfolge der morphologischen Vorgänge ist, wie ich wenigstens bei Säugethieren fand, hierbei folgende: Das Fett des Chymus dringt zuerst nur in einzelne Epitheliumzellen verschiedener Regionen der Zotten ein, so dass in jeder derselben bald ein grosser, eiförmiger, glänzender Tropfen zu sehen ist. Bald mehrt sich die Zahl dieser fetthaltigen Zellen und sehen dann die Zotten durch die freilich nicht regelmässige Abwechslung von mit Fett erfüllten, hell leuchtenden und leeren blassen Zellen ganz fremdartig, oft wie mit Perlen besetzt aus. Schliesslich erfüllen sich alle Zellen mit diesen Tropfen, und erscheint das Epithelium bei durchfallendem Licht nun ganz dunkel, bei Beleuchtung von oben weisslich, welche Farbe nun auch die der ganzen Zotten ist. — Mit dieser Füllung des ganzen Epithelbeleges der Zotten ist nun die Resorption eingeleitet, obschon allerdings in diesem Stadium die Chylusgefässe noch nichts enthalten. Dies geschieht aber bald und zwar ist das Erste, was man beobachtet, ein Zerfallen der grossen Fetttropfen in den Zellen in viele ziemlich feine Fettmolecüle. Ist dies geschehen, so dringen diese Tröpfchen nach und nach von allen Seiten ins Parenchym der eigentlichen Zotte ein, erfüllen dasselbe immer mehr, und gelangen schliesslich auch ins centrale Chylusgefäss, das sie der ganzen Länge nach erfüllen. Mittlerweile rückt vom Darmrohre her immer neues Fett nach, aber nicht in Form von grösseren Tropfen, sondern von nun an nur als kleine Molecüle oder Tröpfchen von derselben Art, wie sie in zweiter Linie in den Zellen sich gebildet hatten. Dagegen sieht man später nicht gerade selten im Innern der Zotten grössere runde Fetttröpfchen, die besonders gern an der eigentlichen Spitze derselben eine grössere Anhäufung bilden. — Beim Menschen habe ich noch nicht Gelegenheit gehabt die Fettaufnahme Schritt für Schritt zu verfolgen, doch sieht man auch hier einmal mit Fettmolecülen gefüllte Cylinderepithelien und zweitens Ansammlungen von grösseren und kleineren Fetttropfen im Parenchym der Zotten, namentlich an den Spitzen und in der Axe derselben so häufig, dass ich nicht den geringsten Anstand nehme, gleiche Verhältnisse wie bei Thieren anzunehmen, ohne jedoch behaupten zu wollen, dass jede einzelne geschilderte Phase auch hier sich finde. — Durch diese Erfahrungen wird bewiesen, dass die Fette als solche und nicht gelöst (als Seifen) resorbirt werden, dagegen lässt sich für einmal nicht mit Sicherheit angeben, wie es möglich ist, dass dieselben durch die Membranen der Epithelialzellen, das Parenchym der Zotten und der Lymphgefässwände hindurchgehen. Ich möchte den ganzen Vorgang noch am liebsten mit der Tränkung eines porösen Körpers mit einer emulsiven Flüssigkeit (Milch z. B.) vergleichen und glauben, dass die Fettmolecüle des *Chymus* einfach von der Flüssigkeit derselben bei ihrer Resorption mitgerissen werden.

Zur Zeit der Verdauung findet sich oft das ganze Parenchym der Zotten mit kleinen, hie und da von Zellmembranen umhüllten Kernen dicht erfüllt, Elemente, welche wohl nie in einer Zotte gänzlich fehlen, aber doch zu andern Zeiten viel spärlicher und namentlich nicht im Innern derselben gefunden werden.

§. 154.

Drüsen des Dünndarms. Der Dünndarm enthält nur zweierlei wirkliche Drüsen, nämlich 1) schlauchförmige, die überall in der Schleimhaut selbst ihren Sitz haben und 2) traubenförmige im submucösen Gewebe des Duodenum.

Die traubenförmigen Drüsen oder, wie sie nach ihrem Entdecker gewöhnlich heissen, die *Brunner*'schen Drüsen bilden im Anfange des Duodenum an der äussern Seite der Mucosa eine continuirliche Drüsenlage, die hart am Pylorus am entwickeltesten und dichtesten ist, so dass hier ein nicht unbeträchtlicher Drüsenring entsteht, und etwa bis zur Einmündung des Gallenganges sich erstreckt. Hat man an einem aufgespannten oder aufgeblasenen Duodenum die zwei Lagen der Musculosa abpräparirt, so erkennt man die Drüsen leicht als gelbliche, rundlicheckige, abgeplattete Körperchen von $1/10 - 1\,1/2'''$, im Mittel $1/4 - 1/2'''$, die von etwas Bindegewebe umhüllt hart an der Schleimhaut ansitzen und kurze Ausführungsgänge in dieselbe entsenden. Bezüglich auf den feineren Bau, so stimmen die *Brunner*'schen Drüsen, deren Endbläschen 0,03—0,06, selbst 0,08''' messen, ganz mit den traubenförmigen Drüschen der Mundhöhle und der Speiseröhre überein. Das Secret ist ein alkalischer Schleim ohne Formelemente, der keine verdauende Wirkung auf geronnene Proteinverbindungen hat und wahrscheinlich bloss mechanischen Zwecken dient.

Die schlauchförmigen oder *Lieberkühn*'schen Drüsen *(Gl. Lieberkühnianae s. cryptae mucosae)* finden sich über den ganzen Dünndarm und Zwölffingerdarm verbreitet als sehr zahlreiche, gerade und enge, durch die ganze Dicke der *Mucosa* sich erstreckende, am Ende leicht angeschwollene, sehr selten gabelig gespaltene Schläuche. Ueber ihre Menge erhält man am besten einen Begriff, wenn man die Schleimhaut bei schwächeren Vergrösserungen auf senkrechten Durchschnitten oder von oben betrachtet. Im erstern Falle sieht man Schlauch an Schlauch fast ohne Zwischenraum wie Pallisaden dicht am andern stehen (Fig. 206), im letztern nimmt man wahr, dass die Drüsen denn doch nicht überall sich finden, sondern nur die Zwischenräume zwischen den Zotten einnehmen, hier aber allerdings in solcher Zahl vorhanden sind, dass sie so zu sagen keinen weitern Raum übrig lassen und die Schleimhautoberfläche zwischen den Zotten siebförmig durchlöchert aussieht. Selbst auf

Fig. 212.

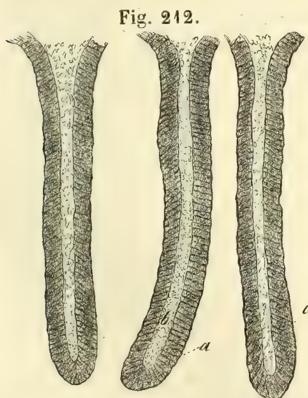


Fig. 212. Lieberkühn'sche Drüsen vom Schwein. Vergr. 60. *a. Membrana propria* und Epithel. *b. Lumen.*

den *Peyer*'schen *Plaques* und den solitären Follikeln finden sich noch solche Drüsen, nur lassen sie hier beim Menschen die Theile der *Mucosa*, die unmittelbar über der Mitte der Follikel sich finden, frei und stehen daher mehr in Form von Ringen um die Follikel herum. Die Länge der *Lieberkühn*'schen Drüsen ist gleich der Dicke der Schleimhaut und wechselt von ⅕—⅐''', ihre Breite von 0,028—0,036'''; die Mündung beträgt 0,02—0,03'''. Dieselben bestehen aus einer zarten homogenen *Membrana propria* und einem cylindrischen, auch während der Chylusbildung nie fetthaltigen Epithel, wie das des Darmes, das im Leben deutlich eine mit hellem flüssigem Secrete, dem sogenannten Darmsafte gefüllte Höhlung umschliesst, im Tode jedoch und bei Zusatz von Wasser ungemein leicht sich verändert, so dass die Drüsen mit Zellen oder einer körnigen Masse ganz gefüllt scheinen.

Die Gefässe der *Brunner*'schen Drüsen verhalten sich ganz wie die der Speicheldrüsen, während die der *Lieberkühn*'schen Schläuche genau dem Typus derjenigen des Magens folgen. Um die Schläuche herum zieht sich ein feines Capillarnetz mit Gefässen von 0,003''' in die Höhe, das an der Oberfläche der Schleimhaut in ein zierliches polygonales Netz etwas weiterer (von 0,01''') Gefässe übergeht, das theils mit den Capillaren der Darmzotten communicirt, theils direct in Venen sich fortsetzt, die die Schleimhaut geradenwegs durchbohren, nachdem sie vorher noch mit denen der Zotten zusammengemündet haben. Somit hängen auch hier die Venen nur mit dem oberflächlichen Netz um die Drüsenöffnungen und dem der Zotten, nicht aber mit dem, welches die Drüsen umspinnt, zusammen, so dass mithin wie beim Magen die Gefässe, welche das Secret ausscheiden, unmittelbar auf die Arterien folgen, und denen vorangehen, die dann vorzüglich mit der Resorption betraut sind (vergl. *Frei* l. i. c.).

Woher einkernige runde kleine im Darmschleim vorkommende Zellen stammen, ist zweifelhaft. Ich finde sie nicht in den Drüsen und kann sie auch nicht dem Epithel beizählen, und bin daher geneigt, dieselben, die ohnehin meist spärlich sind, auf der Oberfläche der Schleimhaut entstehen zu lassen wie die Schleimkörperchen der Mundhöhle. — In verschiedenen Krankheiten, namentlich des Darmes, bei Entzündungen, *Peritonitis*, im Typhus, fand *Böhm* in vielen *Lieberkühn*'schen Drüsen ein weissliches zähes Secret (*Gland. int.* pg. 34), das, wie spätere Beobachtungen desselben Autors (*Darmschleimhaut in der Cholera*, pg. 63) vermuthen lassen, nichts anderes als das Epithelium war, das sich von den Wänden gelöst und zu einem compacten Pfropfen zusammengeballt hatte. In der Cholera wird nach *Böhm* dieses Epithel eben so wie das des ganzen Darmes ausgestossen.

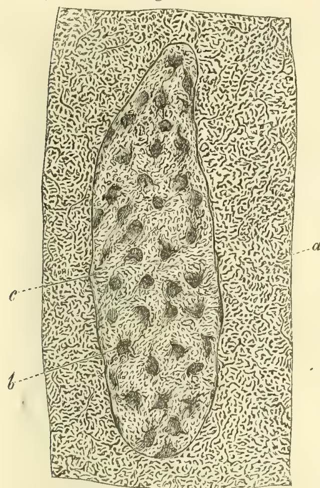
§. 155.

Geschlossene Follikel des Dünndarmes. In den Wänden des Dünndarmes finden sich Bläschen eigenthümlicher Art einzeln oder in Haufen, deren anatomische sowohl wie physiologische Bedeutung noch nicht ganz aufgehellt ist und die daher vorläufig am passendsten unter einem allgemeinen Namen zu beschreiben sind.

Die wichtigsten derselben sind die *Peyer*'schen Follikelhaufen oder *Peyer*'schen Haufen oder Platten, *Agmina Peyeri*, (*Peyer*'-

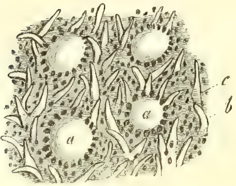
sche oder Haufendrüsen, *Glandulae Peyerianae sive agminatae* der Autoren). Dieselben stellen meist länglichrunde oder rundliche, abgeplattete, ohne Ausnahme am freien, der Anheftung des Mesenterium abgewendeten Darmrande der Länge nach verlaufende Organe dar, die am deutlichsten von innen als nicht ganz scharf umschriebene, leicht vertiefte und kahlere Flecken sich zeigen, aber auch von aussen an einer kleinen Wölbung der Darmwand zu erkennen sind und bei durchfallendem Licht als dunklere Stellen sich kundgeben. Der Sitz dieser Haufen ist in den meisten Fällen der Krummdarm, *Ileum*, doch finden sie sich auch gar nicht selten im untern Theile des *Jejunum*, hie und da selbst in der obern Hälfte desselben bis nahe ans *Duodenum* und sogar in der *Pars horizontalis inferior Duodeni*. In gewöhnlichen Fällen ist ihre Zahl 20—30, da wo sie auch höher sich finden, steigt dieselbe jedoch bis 50 und 60, immer aber stehen sie im untersten Theile des *Ileum* am dichtesten. Die Grösse der einzelnen Haufen wird, je mehr man dem *Coecum* sich nähert, in der Regel um so bedeutender und beträgt die Länge meist von 5‴ — 1½″, kann aber auch nur 3‴ sein oder zu 3—5″, selbst 1′ steigen, während die Breite 3, 5 bis 9‴ misst. Die *Kerkring*'schen Falten sind da, wo die Haufen liegen, gewöhnlich unterbrochen, doch findet man im *Jejunum* die Falten auch auf den *Peyer*'schen Haufen und im *Ileum* statt derselben häufig Reihen dichter stehender Zotten.

Fig. 213.



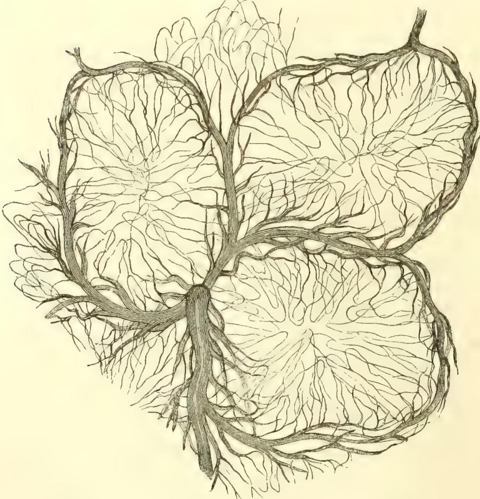
Genauer analysirt ergibt sich ein jeder *Peyer*'scher Haufen als ein Aggregat von geschlossenen, rundlichen oder nach der Darmhöhle zu leicht kegelförmig verschmälerten, ⅙ — ½ — 1‴ grossen Follikeln, die dicht nebeneinander, zum Theil in der Schleimhaut selbst, zum Theil im submucösen Gewebe ihre Lage haben und einerseits nur 0,02 — 0,03‴ von der Schleimhautoberfläche entfernt sind, andrerseits unmittelbar an die *Musculosa* angrenzen, die hier etwas fester an der *Mucosa* adhärirt. Von der Höhle des Darmes aus betrachtet, fallen an denselben beim Menschen vor Allem viele kleine, ⅓—½—1‴ von einander abstehende rundliche Vertiefungen auf, welche den einzelnen Follikeln entsprechen und auch an ihrem Boden durch dieselben leicht convex vorspringen, jedoch durchaus keine Zotten tragen. Der übrige Theil der

Fig. 213. Ein Peyer'scher Haufen des Menschen, 4 mal vergr. *a*. Gewöhnliche Schleimhautfläche mit Zotten. *b*. Vertiefungen auf dem Haufen, entsprechend den Follikeln. *c*. Zwischensubstanz mit kleinen Zotten.



Plaques wird von gewöhnlichen Zotten oder netzförmig zusammenfliessenden Fältchen und Oeffnungen von *Lieberkühn*'schen Drüsen eingenommen, welche letztere besonders als ein Kranz von 6 — 10 und mehr Oeffnungen, der *Corona tubulorum* der Autoren, rings um die von den Follikeln bedingten leichten Erhebungen angeordnet sind.

Ein jeder Follikel einer *Plaque* besteht aus einer vollkommen geschlossenen, dicken, ziemlich festen Hülle aus einem mehr undeutlich faserigen Bindegewebe mit eingestreuten Kernen und einem meist graulichen (nie milchweissen) weichen Inhalt, der in Wasser langsam sich zertheilt und aus etwas Flüssigkeit und unzähligen Kernen und runden Zellen von 0,004 — 0,008‴ gebildet wird, welche frisch ganz homogen und mattgrau aussehen, durch Wasser und Essigsäure dagegen sich aufhellen und dann vergehen, während zugleich die Kerne granulirt werden und sehr deutlich hervortreten. Inmitten dieser Elemente, die hie und da auch Fett in Körnchen enthalten und wie die Vergleichung ihrer verschiedenen Formen lehrt, in einem beständigen Bildungs- und Auflösungsprocesse begriffen sind, finden sich, wie *Frei* und *Ernst* entdeckt haben, zahlreiche aber sehr feine Blutgefässe von 0,0015 — 0,004‴, die mit einem reichen, die Follikel umspinnenden Gefässnetz zusammenhängen, und selbst an dem ganz frischen, mit Sorgfalt herausgenommenen Inhalt der Follikel von Thieren (Schwein z. B.) mit Leichtigkeit sich erkennen lassen.



Von den Lymphgefässen der *Peyer*'schen Haufen ist im Einzelnen wenig bekannt. So viel steht fest, dass die Menge der zur Verdauungszeit von den *Peyer*'schen Haufen kommenden Chylusgefässe grösser ist als an andern Stellen des

Fig. 214. Stück eines Peyer'schen Haufen eines Greisen nach *Flouch*. *a*. Follikel mit den Mündungen der Lieberkühn'schen Drüsen rings herum. *b*. Zotten. *c*. Mehr isolirt stehende Lieberkühn'sche Drüsen.

Fig. 215. Horizontalschnitt aus der Mitte von drei Peyer'schen Kapseln des Kaninchens, um die Gefässe im Innern derselben zu zeigen. Nach einer Injection von *Frei*.

Darmes, obschon auf ihnen unentwickeltere und spärlichere Zotten sich befinden, dagegen ist vollkommen unbekannt, wie diese Gefässe im Innern sich verhalten. Es scheint, dass dieselben um die einzelnen Follikel Netze bilden, wenigstens sieht man von aussen, dass sie dieselben rings umgeben, dagegen wenigstens an dieser Fläche nicht an die Follikel sich inseriren oder in das Innere derselben treten, was bei der milchweissen Farbe der gefüllten Gefässe leicht zu erkennen wäre. Wenn daher auch *Brücke* in der neuesten Zeit eine directe Communication der Follikel mit Lymphgefässen behauptet hat, so muss ich aus diesem und noch andern Gründen (siehe meine *Mikr. Anat. II.* 2. St. 188) dieser Annahme vorläufig entgegen sein.

Die solitären Follikel *(Glandulae solitariae)* stimmen mit den einzelnen Elementen der *Peyer*'schen Haufen in Grösse, Inhalt (auch die Gefässe im Innern sah ich hier) und sonstigem Bau so vollkommen überein, dass eine Trennung derselben um so weniger gerechtfertigt ist, als mit Bezug auf die Zahl der Follikel alle möglichen Verhältnisse gefunden werden und es auch, wenigstens bei Thieren, *Peyer*'sche Haufen mit 2, 3—5 Follikeln gibt. Beim Menschen ist, wie alle Autoren mit Recht angeben, ihre Menge äusserst wechselnd; bald gelingt es nicht, einen einzigen zu finden, bald ist der Darm bis in die Klappenränder ganz übersät mit ihnen oder endlich finden sie sich im *Ileum* und *Jejunum* in gewisser, nicht übermässiger Zahl. Ihr gänzlicher Mangel darf wohl als ein abnormes Verhältniss bezeichnet werden, da sie beim Neugebornen constant und zwar reichlicher im *Jejunum* als im *Ileum* vorhanden sind, auf der andern Seite könnten aber auch die hirsenkornartigen Bläschen, die man bei Katarrhen des Tractus oft in ungeheurer Menge im Dünndarm und im Magen findet, theilweise oder ganz eine pathologische Bedeutung haben, da wenigstens auch in andern Organen (in der Leber nach *Virchow)* das Auftreten von ähnlichen Follikeln nachgewiesen ist. Die solitären Follikel zeigen dieselbe Lagerung wie die Elemente der *Plaques,* nur kommen sie auch am Mesenterialrande vor, und tragen auf ihrer meist gewölbt vorspringenden Darmfläche auch Zotten.

Fig. 216.



Ich halte es für ganz entschieden, dass die Follikel der *Peyer*'schen *Plaques* keine Oeffnungen haben, will jedoch folgende Punkte hervorheben: 1) Bei frisch untersuchten Thieren finden sich die Kapseln ohne Ausnahme geschlossen, wie man sehr leicht an den entwickelten *Plaques* des Schweines, Schafes, der Katze, des Hundes u. s. w. sehen kann, die ich überhaupt zur Untersuchung dieser Organe empfehle, weil die *Plaques* beim Menschen so häufig verändert sind. 2) Ein Anschein von Oeffnungen kann entstehen durch die Vertiefungen der Schleimhaut über den einzelnen Follikeln, namentlich wenn der vorragende Theil der Follikelwand nicht sehr prall ist. 3) Beim Menschen sind die geschlossenen Follikel des Darmes sehr vielen Erkrankungen unterworfen und findet man dieselben häufig geplatzt und ver-

Fig. 216. Ein solitärer, mit Zotten besetzter Follikel aus dem Dünndarm. Nach *Böhm.*

ändert, so dass oft von den *Plaques* nichts als eine reticulirte, undeutlich grubige Fläche zurückbleibt, ebenso können dieselben auch, wie Virchow zuerst gezeigt (*Medicinische Reform* 1848, No. 10, pg. 64), nach dem Tode noch bersten, wenn man sie in Wasser an einem wärmern Orte stehen lässt, wesshalb wohl viele der an Leichen gefundenen Oeffnungen als durch Fäulniss entstanden betrachtet werden müssen.

Dass bei der Unsicherheit des Verhaltens der Lymphgefässe zu den *Peyer*'schen Follikeln die Physiologie dieser Organe sehr mager ausfallen muss, ist begreiflich. Mir sind dieselben und die Follikel des Darmes überhaupt geschlossene, mit eigenthümlichem Inhalt und Gefässnetzen erfüllte drüsige Organe, analog den Follikeln der Milz, der Tonsillen und Lymphdrüsen, die aus dem Plasma ihrer Blutgefässe, vielleicht auch aus vom Darm resorbirten Stoffen nicht fettiger Natur unter beständiger Zellenbildung Stoffe bereiten, die vielleicht schon in ihrem Innern von den Blutgefässen aufgenommen, grösstentheils aber nach aussen abgegeben und von den Lymphgefässen resorbirt werden. Ihre Hauptthätigkeit (daher ihr Anschwellen) fällt mit der Darmresorption zusammen, sei es weil sie auch vom Darme aus resorbiren oder weil sie einfach an der grösseren Thätigkeit des Darmes um diese Zeit participiren, und darf vielleicht den mehr eiweissartigen Stoffen, die sie liefern, eine Beziehung zur Zellenbildung im Chylus zugeschrieben werden. — Diese Hypothese wird in ihren Hauptumrissen auch dann stehen bleiben, wenn etwa die Zukunft einen directen Zusammenhang der Lymphgefässe mit den Follikeln, oder das Vorkommen von Chylusgefässen im Innern derselben ergeben sollte und wird ihr wenigstens das nicht abzusprechen sein, dass sie nicht zu weit vom Thatsächlichen sich entfernt.

§. 156.

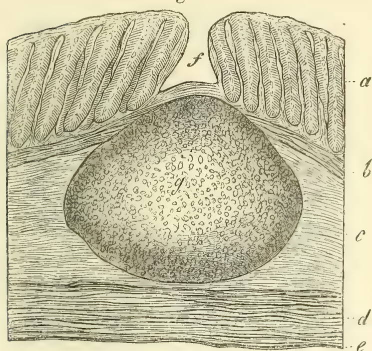
Schleimhaut des Dickdarmes. Dickdarm und Dünndarm stimmen im Bau ihrer Schleimhaut in so vielen wesentlichen Punkten überein, dass es hinreichen wird, auf einige wenige Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Der Dickdarm hat mit Ausnahme des Mastdarmes keine eigentlichen Schleimhautfalten, denn in die *Plicae sigmoideae* geht auch die Querfaserschicht der *Musculosa* ein. Ebenso fehlen auch vom scharfen Rande der *Valvula Bauhini* an, in welche die *Musculosa* ebenfalls mit eingeht, die Zotten ganz und ist die Oberfläche der *Mucosa*, abgesehen von kaum bemerkbaren kleinen warzenartigen Erhebungen einzelner Orte, eben und glatt. — Die Muskellage der *Mucosa* ist im Colon beim Menschen schwer zu sehen, aber bestimmt da, im Mastdarm dagegen deutlicher; bei Thieren sehe ich dieselbe ganz entwickelt. Nach Brücke sind im Colon (bei Thieren?) die auch hier vorkommenden Längs- und Querfaserschichten derselben nur 0,013''' dick, welche Verdünnung auf Rechnung der äussern Längsfasern komme, die auf eine dreifache, selbst nur zweifache Faserlage reducirt seien; im *Rectum* seien die Schichten wieder gleich dick, beide zusammen etwa 0,022''', am *Anus* selbst bis 0,088''' und mehr.

Die drüsigen Gebilde des Dickdarmes sind Lieberkühn'sche Drüsen und solitäre Follikel. Die ersteren, auch Dickdarmdrüsen genannt, finden sich überall von der *Bauhini*'schen Klappe bis zum *Anus* und auch im *Processus vermicularis* eine dicht gedrängt an der andern

und vollkommen ebenso gebaut, wie die des Dünndarmes, nur entsprechend der grösseren Dicke der Schleimhaut länger und breiter (von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}'''$ Länge, $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{20}'''$ Breite). Auch hier sah ich beim Menschen und bei Thieren ausser einem schönen Cylinderepithel im frischen Zustande durchaus keinen geformten Inhalt, so dass mithin von einem andern Secret als bei den Dünndarmdrüsen um so weniger die Rede sein kann, als die *Mucosa* wie im Dünndarm alkalisch reagirt, und so viel ich wenigstens finde, bei Verdauungsversuchen ebenfalls sich unwirksam erzeigt. — Die solitären Follikel stehen im *Processus vermicularis* einer dicht an dem andern, sind im Blindsack und Mastdarm sehr häufig und auch im *Colon* meist zahlreicher als im Dünndarm. Von denjenigen des letzteren Ortes unterscheiden sie sich durch ihre bedeutendere Grösse (von $\frac{3}{4}$, 1 — $1\frac{1}{2}'''$) und dadurch, dass auf jedem der kleinen Schleimhauthügel, welche durch die Follikel bedingt werden, in der Mitte eine kleine grubige, längliche oder runde Oeffnung von $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{12}'''$ sich befindet, die zu einer kleinen Schleimhauteinsenkung über den Follikeln führt. Durch diese Grübchen, die an normalen Dünndarmfollikeln durchaus fehlen, hatte sich *Böhm* seiner Zeit verleiten lassen, diese Follikel für schlauchförmige Drüsen mit Oeffnungen zu halten, was aber nicht richtig ist. Denn im Grunde dieser Vertiefung liegt, wie auch *Brücke* bemerkt, eine ganz geschlossene, etwas platte Kapsel ganz von demselben Bau, auch mit Gefässen im Innern, wie die Follikel im dünnen Darm.

Fig. 217.



Die Blutgefässe der Drüsen und Follikel des Dickdarmes verhalten sich wie im Dünndarm. Um jede *Lieberkühn*'sche Oeffnung herum zeigt sich ein Ring von Gefässen von 0,006 — 0,01''', der bald einfach, bald, namentlich in der Nähe der solitären Kapseln, mehrfach ist. Von diesen Gefässen aus beginnen weitere Venenstämme, die zwischen den Drüsen in die Tiefe ziehen, während um diese herum feinere unmittelbar aus den Arterien entspringende Capillaren ein dichteres Netz bilden (Fig. 205). Das Verhalten der Lymphgefässe in der *Mucosa* ist gänzlich unbekannt, ebenso das der Nerven. Das Epithel verhält sich durchweg wie im Dünndarm und grenzt sich am *Anus* durch einen ziemlich scharfen Rand von der äussern Epidermis ab.

Fig. 217. Solitärer Follikel aus dem Colon eines Kindes. Vergr. 45. *a.* Schlauchförmige Drüsen. *b.* Muskellage der Mucosa. *c.* Submucöses Gewebe. *d.* Quermuskeln. *e.* Serosa. *f.* Vertiefung der Schleimhaut über dem Follikel *a*.

§. 157.

Entwicklung des Darmcanals. Die gesammte Darmwand, so mannigfach gesondert dieselbe auch später erscheinen mag, entsteht von zwei Bildungspunkten her, nämlich einmal von dem unteren Keimblatte (Schleimblatt, *Pander–Baer;* Schleimhaut, *Reichert;* Drüsenblatt oder Darmdrüsenblatt, *Remak)* aus, welches nicht die Grundlage der ganzen Schleimhaut ist, sondern nur die des Darmepithels und auch der Darmdrüsen und 2) aus dem mittleren Keimblatte (Gefässblatt, *Pander; Membrana intermedia, Reichert)*, welches neben vielen andern Theilen (Muskeln, Knochen, Nerven, Herz) auch die gefäss- und nervenhaltige Faserhaut des Darmes, sowie die Gefässe, Nerven und Umhüllungen der Darmdrüsen liefert.

Die innere Lage oder das Epithelialrohr besteht wie von Anfang an so auch später einzig und allein aus Zellen und wandelt sich durch fortgesetzte Vermehrung seiner Zellen in der Dicke und Fläche, die nach *Remak* durch Theilung geschieht, einmal in die spätern Epithelien und zweitens in die Drüsen des Darmes um. Von den letzten sind die *Lieberkühn*'schen des Dünndarmes von Anfang an hohle Ausstülpungen des Epithels, während die Speicheldrüsen und die *Brunner*'schen Drüsen ähnlich wie die Schweissdrüsen als solide Wucherungen des Epithels entstehen und erst bei weiterer Verästelung ihre Höhlungen bekommen. Auch die Magen- und Dickdarmdrüsen entstehen sicher aus dem anfänglichen Epithelialrohre — ob durch Ausstülpung oder Wucherung ist noch nicht entschieden — und bilden anfänglich eine von der Faserlage des Darmes ganz getrennte Lage daher auch das Epithel an diesen Orten viel dicker als später erscheint. Später wachsen von der letztern zwischen die Drüsen zarte gefässhaltige Fortsätze hinein, bis schliesslich beide Lagen innig verbunden die eigentliche Schleimhaut darstellen. Aehnliche und noch bedeutendere Wucherungen der Faserlage bilden auch die Zotten, während aus deren äusseren Theile die *Musculosa* und *Serosa* sich gestaltet.

Die Untersuchung der Darmschleimhaut bietet grössere Hindernisse als die anderer Theile dar. Das Epithel findet sich in der Regel nur an ganz frischen Objecten gut erhalten und zerfällt meist leicht in seine Elemente. Die *Villi* sieht man am besten an dünnen mit einer feinen Scheere entnommenen senkrechten Schnitten, dann bei kleiner Vergrösserung bei Beleuchtung von oben. Während der Resorption findet man dieselben meist von Fett und Kernen gefüllt, so dass man ihre einzelnen Theile, mit Ausnahme der Chylusgefässe, die durch Essigsäure und noch besser durch verdünntes *Natron causticum* deutlich werden, nicht wahrnimmt. Ausserhalb dieser Zeit erkennt man die Muskeln der Zotten bei Essigsäurezusatz leicht an ihren Kernen. Für die Blutgefässe muss man Injectionen haben, am besten solche, die von Arterien und Venen aus zugleich gemacht sind, und dieselben feucht aufbewahren. Dasselbe gilt von den übrigen Darmtheilen, für die namentlich senkrechte Schnitte belehrend sind. Für die Drüsen benutze ich vor Allem frische Darmstücke, obschon die Präparation an solchen oft, wie am Magen, ungemein schwierig ist, dann aber auch in absolutem

Alcohol, Holzessig oder Chromsäure erhärtete, ferner nach *Purkyně* und *Middeldorpf* mit Essigsäure von 80 p.Ct. gekochte und getrocknete, oder nach *Wasmann* mit Gummi getränkte und getrocknete Schleimhaut, von der man mit einem scharfen Messer dünne senkrechte und quere Schnitte entnimmt, die man nach Bedarf noch durch ein wenig Natron hell macht. Am schwierigsten ist die Zerlegung der Magenmucosa in ihre Elemente, namentlich wenn sie so dick ist, wie beim Pferd und Schwein. Leichter geht es beim Hund, der Katze, dem Kaninchen, den Wiederkäuern, wo man oft, wenn man mit einem Messerrücken stark drückend über die Schleimhaut fährt, das Epithel der Drüsen im Zusammenhang herausfördert, was natürlich allen gewünschten Aufschluss über die Form und die Auskleidung der Drüsen gibt. Uebrigens zerfällt auch beim einfachen Zerzupfen die Magenschleimhaut der letztgenannten Thiere oft leicht in ihre Elemente.

Die *Brunner*'schen Drüsen machen keine Schwierigkeiten bis auf die Ausführugsgänge, die man jedoch an senkrechten Schnitten und bei Thieren auch beim Zerzupfen der Mucosa deutlich sieht. Ebenso isoliren sich die *Lieberkühn*'schen Drüsen meist ungemein leicht in ihrer ganzen Länge; während die geschlossenen Follikel des Darmes sorgfältig von aussen blosszulegen, zu isoliren oder anzustechen, auch an senkrechten Schnitten zu studiren sind. Die *Musculosa* der Schleimhaut ist ebenfalls von Aussen durch Ablösen der *Tunica nervea* zu entblössen und dann in kleinen Segmenten von der Drüsenschicht abzulösen; ihre Elemente sieht man nach Maceration in Salpetersäure von 20 p.Ct. sehr gut.

Literatur des Darmcanals. *Th. L. W. Bischoff*, Ueber den Bau der Magenschleimhaut, in Müll. Arch. 1838, St. 503, mit Abb.; *Wasmann, De digestione nonnulla. Berol.* 1839. *c. tab.; L. Böhm, De glandularum intestinalium structura penitiori. Berol.* 1835. 8. *c. tab.* und: die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera. Berl. 1838; *J. Henle, Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium impr. eorum epithelii et vasorum lacteorum, c. tab. Berol.* 1837. 4; *J. Flouch, Recherches sur la membrane muqueuse intestinale,* in *Mem. de la société d'histoire natur. de Strasbourg. III.* 3. *Strasb.* 1845; *A. Th. Middeldorpf, De glandulis Brunnianis. Vratisl.* 1846. *c. tab.; E. H. Weber*, in Müller's Archiv 1847, pg. 400, und in Berichte der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Heft VII. 18. Mai 1847, pg. 245; *Frerichs* (und *Frei)*, Art.: Verdauung, in Wagner's Handw. der Physiologie. Bd. III. St. 738 — 755; *R. O. Ziegler,* Ueber die solitären und Peyer'schen Follikel. Würzburg 1850. Diss.; *E. Brücke,* 1) Ueber den Bau und die physiologische Bedeutung der Peyer'schen Drüsen, in Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. II. 1850. St. 21. Mit 1 Tafel; 2) Das Muskelsystem der Schleimhaut des Magens und 3) Ueber ein in der Darmschleimhaut aufgefundenes Muskelsystem, in den Berichten der Akademie. 1851; *Kölliker*, Ueber das Vorkommen von glatten Muskelfasern in Schleimhäuten, in Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. III. 1851, St. 106, und Nachtrag dazu Heft II; *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. *Diss. c. tab.*

Von der Leber.

§. 158.

Die Leber ist eine grosse Drüse, die schon durch den innigen Zusammenhang ihrer grösseren Abschnitte von den zusammengesetzten bisher beschriebenen Drüsen, wie den Speicheldrüsen, sich unterscheidet und durch den Bau des secernirenden, die Galle bereitenden Parenchymes eine ganz eigene Stelle einnimmt. — Die Theile, die dieselbe zusammensetzen und zu ihr gehören, sind: das secernirende Parenchym,

bestehend aus den Läppchen oder Inselchen der Leber und den Leberzellennetzen; die aus diesem sich bildenden Gallengänge mit den abführenden Gallenwegen; sehr zahlreiche Blutgefässe; ziemlich viele Lymphgefässe und Nerven; endlich eine Hülle vom Bauchfell.

§. 159.

Secernirendes Parenchym, Leberläppchen und Lebersubstanz. Betrachtet man die Oberfläche oder eine Schnittfläche einer menschlichen Leber, so bietet dieselbe gewöhnlich ein gesprenkeltes Ansehen dar, meist in der Weise, dass kleine rothe oder braune Flecken von sternförmiger Figur von einer mehr gelbröthlichen Substanz umflossen sind, Mark- und Rindensubstanz (*Ferrein*), welche Färbung nur von der meist ungleichförmigen Vertheilung des Blutes in den kleinsten Stämmchen und den Capillaren herrührt, und bei gesunden Individuen durch eine gleichmässige rothbraune Farbe vertreten wird. Von Läppchen, zu deren Annahme das oft regelmässig gesprenkelte Ansehen des Leberparenchyms geführt hat, um so mehr, da dieselben bei einem viel untersuchten Thiere, dem Schweine, ganz ausgesucht sich finden, zeigt, wie *E. H. Weber* 1842 zuerst lehrte, die menschliche Leber nichts, vielmehr stehen hier sowohl der secernirende Apparat alsa uch die wichtigsten Theile des Gefässsystems, d. h. das zwischen Pfortader und Lebervenen namentlich gelegene Capillarnetz durch die ganze Leber im innigsten Zusammenhange. Nichtsdestoweniger würde man sehr irren, wenn man das secernirende Leberparenchym als überall gleichartig auffassen wollte. Es finden sich in demselben gewisse kleinste Abschnitte, die, wenn auch keineswegs von einander getrennt, doch eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Diese Leberläppchen, wie man sie immerhin nennen kann, wenn man das Wort allgemeiner auffasst, oder Leberinselchen (*Arnold*) entstehen dadurch, dass 1) die kleinsten Stämmchen der zu- und abführenden Blutgefässe, die *Venae inter-* und *intralobulares* (*Kiernan*), durch die ganze Leber hindurch in einer ziemlich gleichen Entfernung von einander stehen, so dass ein Stückchen Lebermasse von $1/3$, $1/2$—$1'''$ Durchmesser ohne Ausnahme im Innern einer kleinen Wurzel der Lebervene den Ursprung gibt und von Aussen eine gewisse Zahl von feinsten Pfortaderästchen und auch von solchen der Leberarterie aufnimmt und 2) auch die Anfänge der gallenableitenden Canäle oder der Lebergänge nicht regellos im Parenchym zerstreut, sondern so gelagert sind, dass sie immer erst in einer Entfernung von $1/7$—$1/2'''$ von den Anfängen der Lebervenen beginnen und mit den feinsten Pfortaderästchen verlaufen. So entstehen in der Leber kleine Massen, die nur secernirendes Parenchym, Capillaren und Anfänge der Lebervenen enthalten, während in den Zwischenräumen derselben neben dem Parenchym und den Capillaren auch die Anfänge der Lebergänge und die letzten Aeste der Pfortader und Leberarterie sich finden, welche, indem sie nicht nur von einer, sondern immer von

verschiedenen Seiten her an dieselben treten und noch durch Bindegewebe verstärkt und theilweise vereinigt werden, wenn auch nicht ringsherum geschlossene, doch theilweise zusammenhängende Zonen um sie bilden.

Die Lebern der Thiere, die Läppchen darbieten, (Eisbär *J. Müller*, Schwein) sind für die Erkenntniss des Baues dieses Organes von grösster Wichtigkeit und gebe ich daher in folgendem noch eine Schilderung des Baues der Schweinsleber. Betrachtet man eine solche auf Schnitten oder sonst, so findet man dieselbe immer in viele kleine rundlich vieleckige, nicht ganz regelmässige Felder von ziemlich gleichmässiger Grösse ($\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{4}'''$) abgetheilt, welche aus dem eigentlichen Leberparenchym bestehen und von weisslichen, dem Auge leicht sichtbaren Scheidewänden abgegrenzt sind. Schabt man eine Schnittfläche mit einem Scalpellstiel, so isoliren sich den Feldern an Grösse gleiche eckige Lebermassen und bleiben die Kapseln, die dieselben umgeben, als leere Fächer, wie Bienenwaben, zurück. Noch deutlicher treten die letzteren hervor, wenn man ein dünnes Lebersegment mit den Fingern im Wasser leicht knetet, abspült und auf schwarzem Grund untersucht, in welchem Falle manche Fächer fast ganz geschlossen bleiben und noch deutlicher als vollständige Kapseln sich darstellen. Diese Kapseln sind jedoch nicht so zu denken, als ob jedes Leberläppchen ringsherum seine besondere Hülle hätte, vielmehr gehören die Membranen, die dieselben bilden, immer mehreren Läppchen gemeinschaftlich an, so dass das Ganze ein durchweg zusammenhängendes Fächerwerk darstellt, dessen Scheidewände alle einfach sind und nicht in mehrere Lamellen sich zerspalten lassen. Verfolgt man die Kapseln oder, wie man sie noch besser nennen könnte, die Scheidewände der Läppchen, so findet man, dass dieselben vorzüglich Ausbreitungen des die *Vena portae* u. s. w. begleitenden Bindegewebes oder der sogenannten *Capsula Glissonii* sind, jedoch auch mit der serösen Hülle der Leber zusammenhängen und an die grösseren Lebervenen sich anschliessen. — Die Beziehung der Läppchen zu den Lebergefässen hat *Kiernan* zuerst richtig aufgefasst, wenn er sagt, dass dieselben den Aestchen der Lebervenen aufsitzen wie Blätter ihrem Stiel. In der That findet man, wenn man einen kleineren Ast der Lebervenen aufschneidet (Fig. 218 *bbb*), dass derselbe von allen Seiten von Leberläppchen umgeben ist und je eine Vene aus einem derselben bezieht, so das dieselben wirklich wie auf kurzen Stielen ihm aufzusitzen scheinen. Da nun dies von den Venen mittleren Durchmessers an bis zu den *Venae intralobulares* ganz gleich sich findet, so kann man nicht ohne Grund die Lebervenen und die Leberläppchen mit einem Baum vergleichen, dessen Aeste so zahlreich und so dicht mit eckigen polygonalen

Fig. 218.

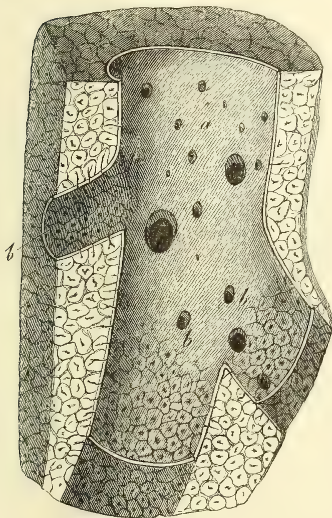
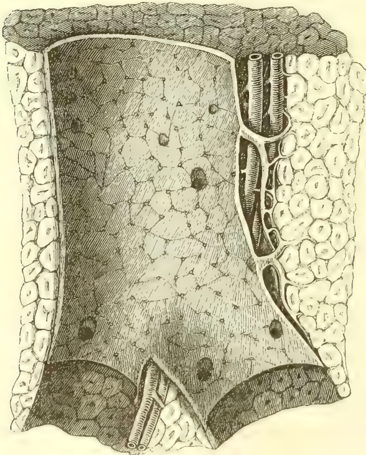


Fig. 218. Segment der Schweinsleber, mit einer geöffneten Lebervene, etwas vergrössert. *a*. Grosse Vene, in die noch keine Intralobulares einmünden. *b*. Aeste derselben mit Intralobulares und durchschimmernden Basen der Läppchen. Nach *Kiernan*.

Blättern besetzt sind, dass das Laubwerk so zu sagen nur eine Masse ausmacht. Denkt man sich nun in diesen Lebervenenbaum von der Seite der Krone her ein anderes ramificirtes Gefässsystem so eingeschaltet, dass seine grösseren Aeste in die Spalten zwischen den Hauptgruppen desselben, die kleineren und kleinsten in die Zwischenräume zwischen die untergeordneten Massen und die Läppchen selbst eindringen, so zwar, dass jedes Läppchen vielfach von den feinsten Zweigchen berührt wird und noch von einem sie begleitenden Bindegewebe Scheiden erhält, so hat man auch das Verhältniss der Pfortader so bestimmt als es möglich ist, sich vorgestellt. — Was die Gallengänge und die Leberarterie anlangt, so begleiten dieselben einfach die Pfortader und bedürfen daher keiner weitern Erwähnung. — Die Form der Läppchen ist in der Schweinsleber eine eckige, so dass sie auf dem Quer- und Längsschnitt meist unregelmässige Vier-, Fünf- und Sechsecke bilden.

Fig. 219.



In der menschlichen Leber ist das Bindegewebe zwischen den Leberinseln im Begleit der *Vena portae* sehr spärlich, und kann weder von Scheiden um die einzelnen Inseln herum noch von einer irgendwie vollständigen Einschliessung derselben durch die Gefässe die Rede sein. Bei der *Cirrhosis hepatis* vermehrt sich dagegen das Bindegewebe im Leberparenchym ungemein und können dann auch die einzelnen secernirenden Abschnitte deutlicher hervortreten oder wirklich als Läppchen ganz geschieden sein. — Die rothbraune Lebersubstanz ist weicher, weil mehr macerirt und sinkt an der Oberfläche und auf Schnitten mehr ein als die andere; auch lässt sich dieselbe leichter abschaben und fällt an feinen Segmenten gern theilweise aus. Die Rindenschicht, die die rothbraunen Flecken netzförmig umgibt, zeigt schmalere Stellen, *Fissurae interlobulares*, *Kiernan*, und breitere eckige, *Spatia interlobularia*, in denen nicht selten ein Blutpunkt von einem Pfortaderästchen her zu sehen ist, doch nicht so regelmässig, wie in den braunen Stellen, wo derselbe von der *Vena intralobularis* herrührt und oft sternförmig erscheint. Durch grösssere Füllung des Capillarnetzes kann es geschehen und nach *Theile* ist dies bei der Mehrzahl gesunder menschlicher Lebern die Regel, dass die *Fissurae interlobulares* verschwinden und die braune Substanz in Gestalt eines Netzes, die gelbe in isolirten Flecken auftritt. Ich finde ganz frische Lebern meist gleichmässig gefärbt, wie ich oben schon angab. *Kiernan* beschreibt von Kindern auch noch eine Umkehrung der Färbung, die er von einer Congestion mehr auf Seiten der *Vena portae* abhängig macht, so dass die äusseren Theile der Leberläppchen mehr injicirt seien, auf welche Form ich ebensowenig wie *Theile* bisher geachtet habe.

§. 160.

Leberzellen und Leberzellennetz. Ein jedes Leberinselchen enthält zwei Elemente: 1) ein Netz von Capillaren, die

Fig. 219. Aufgeschnittener Pfortaderast des Schweines mit den ihn begleitenden Aestchen der Leberarterie und des Leberganges. Nach *Kiernan*.

einerseits mit den feinsten Pfortaderästchen zusammenhängen, andrerseits zu der centralen Vene desselben, einem der Anfänge der Lebervenen, sich sammeln, und 2) ein Flechtwerk von zarten Balken, die aus nichts anderem als aus dicht und unmittelbar aneinander gefügten Zellen, den sogenannten Leberzellen bestehen. Diese beiden Netze sind so durcheinander gewirkt, dass die Zwischenräume des einen von den Theilen des andern vollkommen ausgefüllt werden, und wenigstens bei bluthaltigen oder injicirten Gefässen keinerlei Zwischenräume zwischen denselben sich finden. Von gallenführenden Canälchen ist in diesem Netz auch nicht die Spur zu sehen und treten solche erst in der Peripherie der Leberinselchen da auf, wo auch die feinsten Aestchen der Pfortader sich befinden, ohne dass ihr Zusammenhang mit dem Leberzellennetz, das unzweifelhaft als secernirender Theil der Leber anzusehen ist, bisher direct zu beobachten war.

Die mit der grössten Leichtigkeit sich isolirenden Leberzellen gleichen bei einer Grösse von 0,008—0,012''' im Mittel, 0,006—0,016''' in den Extremen, in der Form den Elementen des Pflasterepithelium, nur dass ihre Gestalt unregelmässiger ist. Ihre Membran ist zart und vollkommen geschlossen und ihr Inhalt in ganz normalen Lebern, wie man sie beim Menschen seltener, leicht bei Säugethieren findet, abgesehen von einem runden, bläschenförmigen, 0,003 — 0,004''' grossen Kern mit *Nucleolus*, der in sehr vielen Zellen doppelt vorhanden ist, eine feinkörnige, leicht ins Gelbe spielende halbflüssige Substanz, die, wie die mikroskopische Untersuchung ergibt, wahrscheinlich die wesentlichen Elemente der Galle enthält. — Ausserdem finden sich häufig noch Fetttröpfchen und gelbe Farbkörner. Die erstern (Fig. 220 *c*) zeigen sich bei fettiger Entartung der Leber in allen Leberzellen in solcher Menge, dass diese gewissen Formen von Fettzellen sehr ähnlich werden, und erfüllen als wenige grössere oder viele kleinere Tröpfchen die Zellen meist ganz, so dass der Kern unsichtbar wird. Von diesen exquisitesten Formen bis zu gewöhnlichen Zellen mit einigen wenigen kleinen Tröpfchen oder einem einzigen etwas grösseren gibt es alle Uebergänge, und zwar kommen die fettärmeren Zellen in gewissen Mengen fast in jeder der gewöhnlich zur Section kommenden Leichen vor, so dass man, wenn man nicht die Verhältnisse der Thiere, wo diese Fetttropfen fehlen, im Auge behielte, die Erscheinung für eine

Fig. 220.

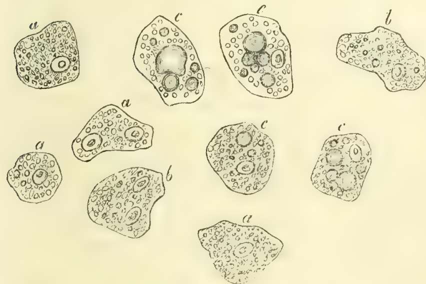


Fig. 220. Leberzellen des Menschen, 400 mal vergr. *a*. Mehr normale Zellen, *b*. mit Farbkörnchen, *c*. mit Fett.

wenigstens in ihren geringeren Graden ganz normale halten könnte. Fast dasselbe gilt von den Farbkörnchen (Fig. 220 *b*). Auch sie sind, wenn sie reichlich auftreten, sicher abnorm, können dagegen, wo sie vereinzelt sich finden, nur als eine geringe Abweichung vom Physiologischen angesehen werden. Dieselben sind klein, kaum über 0,001''', gelb oder gelbbraun, und verhalten sich gegen Reagentien gerade so, wie der innerhalb des Darmcanals niedergeschlagene Gallenfarbstoff, indem sie durch Salpetersäure keine Farbenveränderungen erleiden und in caustischen Alkalien sich nicht lösen.

Die Leberzellen sind in den Leberinselchen so angeordnet, dass sie ohne Beihülfe irgend eines fremden Theiles, wie etwa einer verbindenden Zwischensubstanz oder einer umschliessenden Hülle, einfach dadurch, dass die Zellen mit ihren abgeplatteten Flächen aneinander sich legen, ein Netz bilden. Die einfachen oder ästigen Reihen von Leberzellen, die man unter abgeschabten Lebertheilchen fast immer findet und die schon *Henle* erwähnt (pg. 903), sind nichts als Bruchstücke des Leberzellennetzes, dessen Elemente nicht besonders fest zusammenhängen. Im Ganzen aufgefasst, zeigt das Netz eines jeden Leberinselchens an der Peripherie mehr rundliche Maschen, im Centrum dagegen constant eine radiäre Anordnung, in der Art, dass auf Querschnitten, die durch die Centralvene gehen, von derselben aus langgestreckte und verästelte Balken von Leberzellen mit kurzen Seitenanastomosen einer dicht am andern nach allen Seiten sich ausbreiten, so dass die Maschen zwischen denselben als längere enge Spalten erscheinen. — Die Leberzellenbalken bestehen bald aus 1—3, seltener aus 4—5 Zellenreihen, haben 0,01—0,015''' Durchmesser im Mittel, 0,006—0,02''' in den Extremen und sind im Allgemeinen cylindrisch oder prismatisch, jedoch keineswegs regelmässig, sondern bald so, bald anders, mit gewölbten, ebenen und selbst stellenweise vertieften Oberflächen mit abgerundeten oder scharfen Kanten. Die Maschen des Leberzellennetzes entsprechen den Durchmessern der Capillaren und gröberen an sie angrenzenden Gefässen der Leberinselchen, von denen sie im Leben ganz erfüllt sind und werden weiter unten eine genauere Würdigung finden.

Fig. 221.

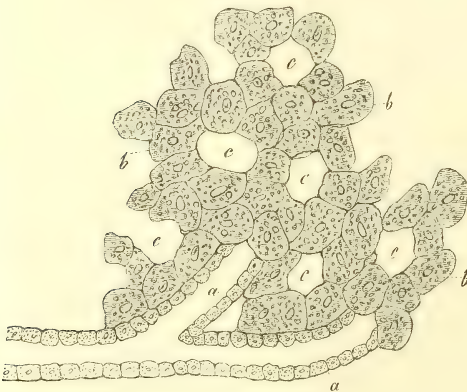


Fig. 221. Leberzellennetz *b*. und feinste *Ductus interlobulares a*. des Menschen, nach der Natur, die Verbindung beider schematisch, 350 mal vergr. *c*. Gefässlücken.

Wenn dem Auseinandergesetzten zufolge das secernirende Parenchym der Leber aus soliden Netzen der Leberzellen besteht, so springt die grosse Abweichung von allen andern Drüsen des Körpers klar in die Augen und wirft sich die gewichtige Frage auf, wie bei einer solchen Anordnung das Secret aus dem Innern der Zellen, in das wir dessen Bildung versetzen, fortgeführt und schliesslich abgeleitet werde. Die Anatomie gibt hierauf nur ungenügend Antwort, denn wenn dieselbe auch die Verästelungen des Leberganges im Begleit der Pfortader bis zu den Leberinselchen zu verfolgen im Stande ist, so bleibt sie doch in Betreff des Zusammenhanges der feinsten Aeste des Leberganges und des Leberzellennetzes eine bestimmte Antwort schuldig, und war bisher nicht einmal im Falle, über den Bau der ersteren etwas Richtiges uns angeben zu können. Ohne auf die Vertheilung der Gallengänge hier weiter einzugehen, will ich nur bemerken, dass man an mit Sorgfalt gemachten mikroskopischen Präparaten gar nicht selten zwischen den Leberinselchen Bruchstücke der feineren und feinsten Gallengänge, der *Ductus interlobulares*, Kiernan, findet, und sich mit Leichtigkeit überzeugt, dass dieselben nach dem gewöhnlichen Typus der Ausführungsgänge gebaut sind. Die feinsten solcher Canäle, die ich sah, maassen $^1/_{100}$‴ im Durchmesser, hatten ein deutliches Lumen von 0,0033‴ und bestanden aus gewöhnlichen Pflasterepitheliumzellen in einfacher Lage, die von den Leberzellen durch ihre geringe Grösse (0,004—0,005‴), ihren blassen Inhalt und die Kleinheit des Kernes ganz deutlich sich unterschieden. Eine äussere faserige Hülle sah ich an solchen Canälen, die mir häufig zu Gesicht kamen, nicht, vielleicht weil sie durch die Präparation abgestreift war, dagegen schienen sie hie und da eine *Membrana propria* zu haben, waren wenigstens nach aussen scharf begrenzt. An grösseren Canälen von 0,04—0,05‴ war die Hülle immer da und das Epithelium schon mehr cylindrisch, doch noch nicht ganz, indem die Zellen bei 0,0048—0,0056‴ Breite nur 0,006—0,0068‴ Länge hatten. Einen directen Zusammenhang der feinsten Canäle mit dem Leberzellennetz habe ich, so oft ich auch darnach suchte, noch nicht bestimmt gesehen, was bei der Weichheit der Theile, um die es sich handelt, zwar nicht auffallend ist, aber in der feinen Anatomie der Leber leider eine Lücke lässt, die durch Hypothesen kaum vollständig zu erfüllen ist. Als solche gebe ich die Vermuthung, dass die feinsten Gänge direct an die Balken des Leberzellennetzes anstossen, wie es das Schema in Fig. 221 zeigt, so dass ihr Lumen von Leberzellen geschlossen wird, und glaube, dass solche Verbindungen im Umkreise der Leberinselchen in nicht gerade zu bedeutender Zahl existiren, wie dies aus der eher spärlichen Zahl der Aeste der feinsten Gallengänge zu schliessen ist.

Wie man auch die Verbindung der Leberzellennetze mit den gallenfortleitenden Canälen sich denken mag, so wird das doch nicht abzuweisen sein, dass diese Verbindungen nur an der Oberfläche der Leberinselchen und nicht auch im Innern statt haben und dass mithin die Galle, die hier sich bildet, von Zelle zu Zelle nach aussen geleitet

werden muss. Eine solche Fortleitung durch geschlossene Zellen hat, wie die Pflanzenphysiologie zur Genüge lehrt, durchaus nichts Unmögliches, nur wird dieselbe natürlich nicht so rasch vor sich gehen können, wie an Orten, wo wirkliche Canäle diesem Zwecke dienen. Da die Galle, wie die neueren Erfahrungen immer deutlicher zeigen, nicht nur aus dem Blute ausgeschieden, sondern wirklich in der Leber gebildet wird und zugleich bei weitem das complicirteste Secret ist, so lässt sich vermuthen, dass die eigenthümliche Anordnung des secernirenden Parenchyms in der Leber hiermit im nächsten Zusammenhang steht. In der That werden mit dem Blutplasma, wenn es viele Zellen zu durchlaufen und die metabolischen Einflüsse derselben zu erleiden hat, bevor es an die ableitenden Canäle gelangt, ganz andere Veränderungen vor sich gehen müssen, als wenn dasselbe nur durch eine einfache Zellenlage und eine oder zwei structurlose Häute von den Drüsencanälen geschieden ist. Die Langsamkeit der Secretion, die nothwendig da sein muss, wird durch die Elaboration des Secretes und die Grösse des Organes compensirt.

Setzt man den Leberzellen Salpetersäure zu, so färben sie sich, wie auch *Backer* anführt, grünlichgelb. Zucker und Schwefelsäure macht sie roth. Wasser erzeugt in den Zellen einen reichlichen Niederschlag dunkler Körnchen, die in Essigsäure meist leicht und vollkommen sich lösen, so dass die Zellen mehr oder weniger, oft sehr bedeutend erblassen, wie dies auch dann der Fall ist, wenn man die Säure gleich zusetzt. Kocht man die Leber, so wird das Parenchym hart, und erscheinen die Zellen zusammengezogen und krümlich. Verdünnte caustische Alkalien greifen bei Thieren die Leberzellen rasch an und lösen sie auf, beim Menschen resistiren dieselben etwas mehr, doch quellen sie gleich von Anfang fast um das Doppelte auf, werden ganz blass und vergehen schliesslich ebenfalls. Aether und Alcohol machen die Zellen kleiner und körnig, ebenso Schwefelsäure und Salpetersäure. Das aus diesen und den oben angeführten Thatsachen hervorgehende Resultat ist, dass die Leberzellen eine bedeutende Menge von stickstoffhaltigen Substanzen, Gallenfarbstoff, Fett und vielleicht auch die Gallensäuren enthalten. Die stickstoffhaltigen Verbindungen sind mehrfacher Art, einmal Eiweiss, das auch im Wasserauszuge der Leber sich findet und zweitens die durch Wasser sich niederschlagende, in Essigsäure leicht lösliche Substanz, die an die im Blutserum gefundene caseinartige Substanz erinnert (*Panum* in *Virchow* und *Reinhard's Archiv*, Bd. IV. 1). Dass Gallenfarbstoff in den Leberzellen enthalten ist, beweist weniger ihre Färbung durch Salpetersäure, denn diese findet sich auch bei vielen andern Zellen, als die Färbung der Zellen überhaupt und das häufige Vorkommen von niedergeschlagenem Gallenfarbstoff. Die Existenz der Gallensäuren in den Leberzellen ist nicht direct zu beweisen, indem auch Eiweiss und Fett durch Zucker und Schwefelsäure roth wird (*Schultze*), ist aber wahrscheinlich. Dagegen findet sich sicher Fett in ihnen und zwar auch dann, wenn dasselbe nicht mikroskopisch nachzuweisen ist, wie dies aus den Gesammtanalysen der Leber hervorgeht. Ebenso wird der Zucker, den die neuern Untersuchungen in der Leber ergeben haben, wohl auch ins Parenchym, also in die Zellen und nicht nur ins Blut zu verlegen sein.

Da die Summe der Leberzellen die Hauptmasse der Leber ausmacht, so füge ich hier auch das Resultat einer der vielen Leberanalysen von *Bibra* bei (*Chemische Fragmente über die Leber und Galle, Braunschweig* 1849). Derselbe fand in 100 Theilen Lebersubstanz eines plötzlich verstorbenen jungen Mannes:

In Wasser unlösliche Proteinsubstanz . . .	9.44
Eiweiss	2.40
Leimgebende Substanz	3.37
Extractive Materien	6.07
Fett	2.50
Wasser	76.17
	100.00.

100 Theile Wasser enthielten 3.99 Asche, darunter besonders phosphorsaures Alkali, dann phosphorsauren Kalk, etwas Kieselerde und Eisen, auch Chlornatrium. Die in Wasser unlösliche Proteinsubstanz rührt von den Kernen und Membranen der Leberzellen, dann auch von der bezeichneten Substanz im Innern derselben her. Das Eiweiss stammt zum Theil aus dem Blute, sicher aber auch aus den Zellen. Unter den extractartigen Materien fand *Bibra* weder Kreatin noch Kreatinin; der Farbstoff, der unter denselben sich befand, gab die Reactionen des Gallenfarbstoffes nicht, woraus *B.* den Schluss zieht, dass dieser noch nicht als solcher in den Zellen sich befinde. Noch erwähne ich die von mir (Art. *Spleen* in *Todd's Cyclop. of Anatomy.* pg. 799) gefundene saure Reaction des frischen Leberparenchyms, die hier gewiss noch auffallender ist als bei der Milz. Auch *Bibra* fand den Wasserauszug der Ochsenleber sauer reagirend (l. c. pg. 33) und wies in demselben Milchsäure nach.

Es gibt keinen Gegenstand in der feineren Anatomie, über den die Meinungen zur Zeit noch so sehr differiren, wie über den Bau des secernirenden Leberparenchymes, doch kann neben der von mir aufgestellten und in diesem § auseinandergesetzten Ansicht nur noch in Frage kommen, ob die feinsten Gallengänge Intercellularräume, canalartige Lücken zwischen den Leberzellen sind, wie *Henle* und *Gerlach* wollen, oder aus den von *Membranae propriae* umgebenen Leberzellenbalken bestehen, in denen vielleicht besondere *Lumina* zwischen den Zellen, die dann wie ein Epithel sich verhielten, sich befinden. Ich habe in meiner *Mikr. Anat.* II. 2. pg. 221 flgde. zu zeigen versucht, dass auch diese Ansichten nicht haltbar sind und dass nichts anderes übrig bleibt, als zu der vorgetragenen, wenn auch noch so paradoxen, als der einzigen der Natur entsprechenden Anschauung sich zu bekennen.

§. 161.

Ableitende Gallenwege. Der Lebergang mit seinen Aesten begleitet die Pfortader und Leberarterie, so dass immer ein Pfortaderzweig an einer Seite einen viel engeren Gallengang und eine ebenfalls enge Arterie hat und mit denselben von einer bindegewebigen Hülle, der sogenannten *Capsula Glissonii* umhüllt ist. Die Lebergänge verästeln sich beim Menschen mit der Pfortader baumförmig und lassen sich weit hinein mit dem Messer blosslegen und mit dem Mikroskope an frischen und injicirten Lebern bis zu den Läppchen verfolgen. Bevor sie an die Läppchen treten, anastomosiren die Lebergänge entweder gar nicht oder nur sehr spärlich, wohl aber scheinen die *Ductus interlobulares*, wie man sie genannt hat, untereinander zusammenzuhängen und so die Leberinselchen zu umstricken. Aus diesen Gängen von $1/_{90}$—$1/_{120}'''$ gehen dann Aestchen von $1/_{100}$—$1/_{120}'''$ in nicht zu grosser Zahl an die Leberinseln ab und setzen sich mit dem Leberzellennetz in oben geschilderter Weise in Verbindung. Vielleicht sind die von mir durch das Mikroskop beobachteten oben erwähnten feinsten Gallencanäle von 0,01''', mit einem Lumen von

0,0033''', wenigstens mit einem Theil derer identisch, die man als Anfänge der vermeintlichen Gallencanälchen der Läppchen injicirt hat. —

Alle Lebergänge bestehen aus einer bis zu Canälen von 0,1''' dickeren Faserhaut aus derbem Bindegewebe mit vielen Kernen und elastischen Fäserchen und einem 0,01''' dicken Cylinderepithel, das an Gängen unter 0,04—0,05''' allmälig in ein Pflasterepithelium sich verwandelt. Ebenso gebaut sind auch der gemeinschaftliche Gallengang und der Gallenblasengang, nur sind die Wände derselben dünner und zerfallen deutlich in eine Schleimhaut und in eine Faserschicht, welche letztere auch einzelne muskulöse Faserzellen enthält, jedoch im Ganzen so spärlich, dass von einer besonderen Muskelhaut dieser Gänge nicht die Rede sein kann.

Die Gallenblase besitzt zwischen dem Bauchfellüberzuge und dem reichlichen subserösen Gewebe eine zarte Muskellage, deren 0,03—0,04''' lange Faserzellen besonders der Länge und der Quere nach verlaufen und nur undeutliche Kerne haben. Die Schleimhaut ist durch viele netzförmig verbundene, höhere und niedere Fältchen ausgezeichnet, in denen ein Capillarnetz ganz dem der blattartigen Darmzotten gleich sich findet, und besitzt ebenfalls ein Cylinderepithel, dessen einzelne Zellen oft wie die Häute der Blase überhaupt von Galle tingirt sind und ihre Kerne nicht immer deutlich zeigen.

Die Gallenwege enthalten eine Menge kleiner traubiger, gelblicher Schleimdrüsen, sogenannte Gallengangdrüsen, in ihren Wänden, deren 0,016—0,024''' grosse Drüsenbläschen in nichts Wesentlichem von denen anderer kleiner traubenförmiger Drüschen abweichen. Im *Ductus hepaticus*, *choledochus* und im untern Theile des *Cysticus* sind die Drüsen in der Faserhaut, zum Theil auch aussen an derselben, recht zahlreich, von 1/4—1''' und darüber Grösse und münden durch die schon von Auge sichtbaren Löcher von 0,1—0,14''', die der Schleimhaut dieser Canäle ein netzförmiges Ansehen geben, zu einer oder mehreren aus. Im Anfange des *Cysticus* sind die Drüsen selten und in der Gallenblase, in welcher einige sie gesehen haben wollen, auf jeden Fall nicht constant. Dagegen kommen die Drüsen in den Aesten des *Hepaticus* bis zu solchen von 1/3''' wieder vor, und münden zum Theil mit zwei Reihen von feinen Oeffnungen aus, die in diesen Canälen sich finden.

Hier sind noch einige eigenthümliche Abzweigungen der Gallengänge zu erwähnen, die *Vasa aberrantia (E. H. Weber)*. — Dieselben finden sich 1) im *Ligamentum triangulare sinistrum* als 6—10 und mehr 0,006—0,027''' weite, aus einer Faserhaut und kleinen Zellen bestehenden Canäle. *Ferrein* und *Kiernan* sahen dieselben bis an das Zwerchfell sich erstrecken, doch reichen sie meist nur bis zur Mitte des Bandes oder noch weniger weit, indem sie sich verästeln, Netze bilden und auch schlingenförmig zusammenhängen. Nach *Theile* gehen manchmal ziemlich grosse Gallencanäle bis zum Rande des linken Leberlappens, ohne in das dreieckige Band einzutreten. 2) Anastomosirende Gallencanäle finden sich ferner in der häutigen Brücke, die hinter der unteren Hohlvene den Spigel'schen und rechten Lappen verbindet, dann in der häutigen Brücke,

welche oft die *Vena umbilicalis* deckt und am Rande der Gallenblasengrube. 3) In der *Fossa transversa hepatis* geben nach *E. H. Weber* der rechte und linke Ast des *Ductus hepaticus* und die hier befindlichen kleineren Zweige desselben eine Menge feinerer Aestchen ab, die sich in dem die *Fossa* überziehenden Bindegewebe der *Capsula Glissonii* ausbreiten und ein Netz bilden, das mithin den rechten und linken Lebergang verbindet. Manche kleinere Zweige dieser Gallengänge endigen sich mit geschlossenen angeschwollenen Enden von $\frac{1}{25}$—$\frac{1}{18}'''$, und an den Wänden dieser Gänge überhaupt finden sich eine Menge rundlicher Vorsprünge, die wie die Wände der kleinsten Luftröhrenäste aus flachen verwachsenen und mit der Höhle der Canäle weit communicirenden Zellen zu bestehen scheinen. Dasselbe, was *Weber* so als *Vasa aberrantia* deutet, beschrieb später *Theile* als Gallengangdrüsen. Er sagt, die langgezogenen Drüsen verlaufen nicht blos hin- und hergebogen, sondern theilen sich auch und die Theilungsäste fliessen wieder untereinander und mit den nebenliegenden Drüsen zusammen, ein Vorkommen, das an den Drüsen der gröberen und mittleren Gallencanäle, besonders aber in dem Bindegewebe der *Fossa transversa* zu beobachten sei, woselbst auch die Drüsennetze mit beiden Aesten des Leberganges zusammenhängen. Diesen Angaben gegenüber beharrt *Weber* in seiner neuesten Arbeit auf seiner früheren Deutung und macht gegen *Theile* besonders geltend, dass sonst nirgends Schleimdrüsen mit ihren Gängen Netze bilden und die Ausführungsgänge einer andern Drüse untereinander in Verbindung setzen, ferner, dass bei Neugebornen wohl das Netz der Gallengänge in der *Fossa transversa* da sei, die Aeste, die mit angeschwollenen Enden aufhören, dagegen fast ganz fehlen.

Das Verhalten der feinsten Verästelungen des Leberganges oder der *Ductus interlobulares* von *Kiernan* ist noch nicht völlig aufgeklärt, worüber im vorigen § schon Mehreres bemerkt wurde. Hier will ich nur noch das anführen, dass die Einen, wie besonders *Guillot*, nicht nur die *Ductus interlobulares* anastomosiren, sondern auch ihre Aeste aufs vielfachste zusammenhängen lassen, während Andere, wie *Theile*, nur spärliche Verbindungen dieser Gänge statuiren. Ich für mich habe zwar Anastomosen der *Ductus interlobulares* gesehen, dagegen annoch keine Verbindungen ihrer Aeste, die man, obschon sie nicht in die Leberinselchen eindringen, doch Lobularäste nennen kann, beobachtet. Kommen solche vor, so sind sie gewiss nur spärlich, denn man kann solche Aestchen leicht auf längere Strecken isoliren, ohne abgehende oder an sie sich ansetzende andere Zweige zu sehen. Ueberhaupt ist die Vertheilung der Interlobularästchen nichts weniger als reichlich und mithin die Langsamkeit der Gallenausscheidung nicht nur durch den eigenthümlichen Bau des Leberparenchyms, sondern auch durch die geringere Zahl der ableitenden Canäle bedingt.

Die Galle ist normal ganz flüssig und führt nur zufällig cylindrische Epithelialzellen aus den gröberen Gallengängen als Beimengung. Leberzellen habe ich nie in derselben gesehen, und beruht, was Einige von solchen angeben, entweder auf einer Täuschung oder auf einer Verwechslung mit den polygonalen Zellen des Epithels der *Ductus interlobulares*. Als nicht normale, aber häufig vorkommende Bestandtheile sind zu nennen Fetttropfen, Gallenfarbstoff in Form von Körnern oder körnigen Massen, die wie in den Leberzellen, so auch in der Galle selbst unter gewissen Verhältnissen in Menge sich ausscheiden, und diesen sind dann noch als seltenere Vorkommnisse Krystalle von Cholestearin und besonders die von *Virchow* (*Mittheil. d. Würzb. phys. med. Ges.* I. St. 311) in der neuesten Zeit gesehenen röthlichen Nadeln von Bilifulvin anzureihen.

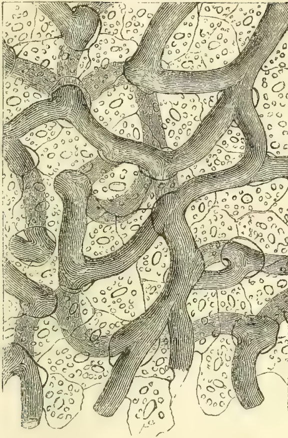
§. 162.

Gefässe und Nerven der Leber. Die Leber steht in Bezug auf ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie ausser einer Arterie und einer ableitenden Vene auch noch eine zuführende Vene, die Pfort-

ader, besitzt. Während dieses letztere Gefäss recht eigentlich das secernirende Parenchym speist und durch ein in demselben befindliches Capillarnetz in die Lebervenen direct sich fortsetzt, ist die Arterie mehr zur Versorgung der Wände der Gallengänge, der Pfortader selbst, der *Glisson*'schen Capsel und der serösen Hülle der Leber vorhanden und betheiligt sich nur in untergeordneter Weise an dem Capillarnetz der Leberinselchen. — Die Verästelungen der Pfortader und einiger kleinen Venen der Gallenblase und des Magens namentlich (cf. *Weber Ann. acad.* II. 1845), die für sich in die Leber treten, geschehen im Allgemeinen dichotomisch, doch treten schon von den grössten Aesten und dann auch von den kleineren ausser den Hauptzweigen, in die sie sich spalten, noch eine Menge kleinerer Gefässchen unter rechtem Winkel ab. Die letzteren begeben sich oft gleich, oft nach ganz kurzem Verlauf zu den Leberinselchen, welche die grössten Gefässcanäle begrenzen, während die grösseren Pfortaderäste alle immer mehr sich verästelnd und verfeinernd, je nach ihrem Durchmesser, eine kürzere oder längere Strecke in den von der *Capsula Glissonii* ausgekleideten Gefässcanälen durch das Leberparenchym zu verlaufen haben, bevor sie an die Leberinselchen oder Leberläppchen treten. Jedes derselben erhält von diesen oder jenen Gefässen abstammend wenigstens 3, meist 4 und 5 kleine Gefässchen von $1/_{120} — 1/_{60}'''$, die *Kiernan Venae interlobulares* nennt, doch versorgt eine solche Vene nie nur ein Leberinselchen, immer zwei oder selbst drei. Ihre letzten Aestchen, *Rami lobulares, Kiernan*, dringen zu 10, 15 bis 20 meist unter rechtem Winkel in die benachbarten Leberinselchen ein und lösen sich gleich in das Capillarnetz derselben auf, ohne beim Menschen direct mit einander in Verbindung zu stehen, wie denn auch sonst Anastomosen der einzelnen Pfortaderäste nirgends sich finden und deren Verzweigungen nur durch das feinste Gefässnetz des Organs verbunden sind.

Das Capillarnetz der Leberinselchen (Fig. 222) füllt die Zwischenräume des Leberzellennetzes vollkommen aus, so dass das secernirende Leberparenchym wirklich nur aus zwei Elementen, den Leberzellen und den Blutcapillaren besteht. Wie das Leberzellennetz durch die ganze Leber eins ist, wohl aber durch die regelmässig von Stelle zu Stelle abtretenden Gallengänge und zutretenden Gefässe in einzelne kleinste Regionen getheilt wird, so auch das Capillarnetz der Blutgefässe, dass von einem Leberinselchen aufs andere übergeht, aber doch auch an gewissen Orten Unterbrechungen zeigt. Die Weite der Capillaren ist im Allgemeinen etwas geringer als die des Leberzellennetzes, jedoch verhältnissmässig bedeutend, beim Menschen von 0,004—0,0055''' im Mittel, 0,002—0,01''' in den Extremen, und zwar sind die weiteren Gefässchen vorzüglich in der Nähe der ein- und austretenden Venen der Leberinselchen, die engsten in der Mitte zwischen beiden gelegen. Die Maschen des Netzes entsprechen natürlich der Form des Leberzellennetzes und sind daher in den inneren Theilen der Leberinselchen mehr langgestreckt, in den äusseren mehr rundlich, während ihre Breite derjenigen der Balken

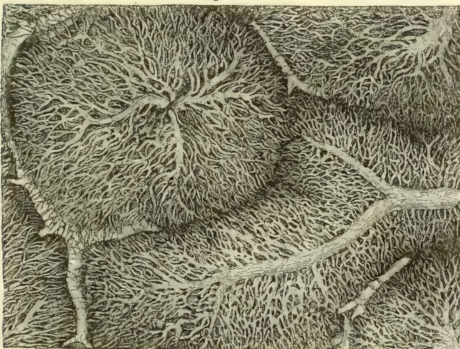
Fig. 222.



der Leberzellen gleichkömmt und 0,006—0,02‴ beträgt.

Die Lebervenen gleichen im Wesentlichen der Pfortader, in so fern als sie keine Klappen haben, baumförmig unter spitzen Winkeln sich verästeln, nicht anastomosiren und mit den grösseren Aesten noch eine Menge kleiner Gefässe aufnehmen, dagegen liegen diese Gefässe für sich allein in besonderen Canälen der Lebersubstanz fest mit ihr verbunden, wesshalb sie auch durchschnitten nicht zusammenfallen, und ermangeln wenigstens in den feineren Verästelungen einer äussern bindegewebigen Hülle, die auch an den grössten Stämmen nur ganz unentwickelt ist. Ganz verschieden von dem, was die *Vena portae* zeigt, ist aber das Verhalten der letzten Aestchen der Lebervenen, die *Kiernan Venae intralobulares, Krukenberg Venae centrales lobulorum* nennt. Diese Venen, von 0,012—0,03‴ beim Menschen, studirt man am besten zuerst bei einem Geschöpf, dessen Leber in isolirte Läppchen zerfällt, wie beim Schwein, nach dem auch *Kiernan* seine zum Theil etwas schematischen Figuren entworfen hat. Oeffnet man hier einen kleinen Zweig der Lebervene, so sieht man durch die Wände des Gefässes polygonale Felder als Umrisse der gegen die Vene gekehrten Begrenzungsflächen der

Fig. 223.



Läppchen sehr deutlich (Fig. 218). Eine aus der Mitte einer jeden dieser Flächen, die *Kiernan* Bases der Läppchen nennt, heraustretende kleine Vene mündet direct in das grössere Gefäss ein und führt, auf der entgegengesetzten Seite verfolgt, bis ins Innere eines Läppchens, woselbst sie aus dem Capillarnetze desselben entspringt, nie und nimmer aber weiter zu einem

Fig. 222. Leberzellennetz und Capillaren desselben, 350 mal vergr. Vom Schwein. An einigen Stellen sind mit Fleiss Lücken gelassen zwischen den Zellen und Capillaren, die *in natura* nicht existiren.

Fig. 223. Segment einer sehr gelungenen Injection der Lebervenen des Kaninchens, 35 mal vergrössert. Die eine *Vena intralobularis* ist in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar, die andere nur in ihren Wurzeln. Die Capillaren der Läppchen fliessen zum Theil zusammen, ebenso an einem Ort zwei Venenwurzeln. Nach einem Präparat von *Harting*.

zweiten oder dritten Läppchen tritt. So kommt aus jedem Läppchen immer nur eine Vene heraus, die desshalb auch *V. intralobularis* heissen kann. Die Gefässe, in welche diese Venen direct einmünden, nennt *Kiernan* *Sublobulares*, weil sie an den Basalflächen der Läppchen verlaufen. Dieselben sind bald grösser, beim Schwein bis zu 1 und 2‴ und liegen dann in Canälen, welche ringsherum von den Grundflächen einer gewissen Anzahl von Läppchen begrenzt werden, bald feiner und sehr fein bis $\frac{1}{30}$‴ und ziehen dann nur zwischen den Läppchen durch. Die *Venae sublobulares* setzen grössere Venen zusammen, welche nur wenige oder keine *Venae intralobulares* mehr direct aufnehmen und daher auch nur zum Theil oder gar nicht von den Grundflächen der Läppchen, sondern von den Seitenflächen oder Spitzenflächen derselben (Capsularflächen, *Kiernan)* begrenzt werden. Solche Venen nehmen, wenn sie kleiner sind, noch *Venae sublobulares* aus den sie direct begrenzenden Läppchengruppen auf oder endlich nur grössere Venen, die sich wie sie verhalten.

Das Verhalten der *Venae intralobulares* ist sehr einfach. Eine jede derselben dringt geraden Weges in der Axe eines Leberinselchens oder Läppchens ein, spaltet sich etwa in der Mitte in zwei oder drei Hauptäste, die häufig noch einmal sich theilen. Die Capillaren münden nicht bloss in die Enden dieser Venen, sondern auch in ihre Stämmchen während des ganzen Verlaufs derselben ein, ja es sollen, nach *Theile*, Capillaren auch noch in die Anfänge der *Venae sublobulares* sich öffnen. An allen Läppchen oder Inselchen, deren Spitzenfläche entweder an der Oberfläche der Leber oder gegen einen grösseren Gefässstamm zugewendet liegt, erstrecken sich die Intralobularvenen bis nahe an die Enden derselben, während sie an den andern mehr in der Mitte bleiben, so dass sie überall um etwa den halben Durchmesser der Läppchen von den nächsten Interlobularvenen der *V. portae* abstehen.

Die Leberarterie begleitet grösstentheils die Pfortader und die Gallencanäle, liegt neben den letzteren innerhalb der *Glisson*'schen Kapsel, und verhält sich in ihrer Hauptverästelung gerade wie die Pfortader. Ihre Endausbreitung findet dieselbe an den Gefässen und Gallengängen, sowie in der *Glisson*'schen Capsel, in dem fibrösen und serösen Ueberzug der Leber und in den Leberinselchen und je nach dem unterscheidet man *Rami vasculares, capsulares* und *lobulares.*

1) *Rami vasculares.* Während ihrer Verästelung neben der Pfortader gibt die Leberarterie eine Menge kleiner Zweige meist rechtwinklig ab, die in dem *Glisson*'schen Umhüllungsgewebe einen Plexus bilden, aus dem zum Theil noch *Rami lobulares* für die Seite der Pfortadercanäle entstehen, die den Stämmen der Arterie abgewendet sind, zum Theil viele Zweigelchen für die Wände der Pfortader, die grösseren Aeste der Arterie selbst, die Lebervenen, die *Glisson*'sche Capsel und die Gallencanäle ihren Ursprung nehmen. Besonders ausgezeichnet ist diese Gefässausbreitung in den letzteren Canälen, so dass dieselben

nach einer geglückten Einspritzung fast so roth wie die Arterien aussehen. Aus einem mässig weiten Capillarnetz, das in allen den genannten Theilen, auch um die Gallengangdrüsen, sich entwickelt, sammeln sich die *Venae vasculares*, die, wie *Ferrein* entdeckte und die Späteren von *Kiernan* an bestätigten, nicht in Lebervenen, sondern in kleine Pfortaderzweige, wie sie innerhalb der *Glisson*'schen Capsel von grösseren abgehen, einmünden und daher als innere oder Leberwurzeln der Pfortader zu betrachten sind. Aus diesem Grunde injicirt sich von der Leberarterie aus die Pfortader zum Theil und umgekehrt und füllen sich bei Injection der Leberarterie und Pfortader die fraglichen Gefässnetze von beiden Seiten her, wogegen es nicht gelingt, von den Lebervenen aus direct Masse in sie einzubringen.

2) *Rami capsulares.* Abgesehen von einigen schon vor dem Eintritte der Arterie in die Leber zur *Fossa ductus venosi*, zum *Lig. teres* und *suspensorium* verlaufenden Aestchen, sind alle Arterienzweige der Leberhüllen Endausläufer gewisser der durch die Leber sich verbreitenden Arterien, die an verschiedenen Orten der Oberfläche zwischen den Leberinselchen zu Tage treten. An ihren Austrittsstellen und zum Theil schon vorher zerfallen diese, beim Erwachsenen $1/30$ bis $1/20'''$ *(Theile)*, beim Kind bis $1/5'''$ messenden Gefässe sternförmig in 3—5 untergeordnete Aeste, verlaufen meist ausgezeichnet korkzieherartig gewunden und vielfach anastomosirend weiter u. überziehen so die ganze Leberoberfläche bis an die grossen Venenstämme *(Venae hepaticae, Vena portae, Cava inferior)* und die Lebergruben und Ränder überhaupt mit einem zierlichen Arteriennetze. Schliesslich bilden diese Arterien überall einen grossmaschigen Plexus von Capillaren und führen, wenigstens an vielen Orten, ob überall, weiss ich nicht, in Venen über, die an ihren Stämmen zurückverlaufen, in die Leber eindringen und in Pfortaderäste einmünden. Mithin gäbe es auch *Venae advehentes capsulares* oder Pfortaderwurzeln von dieser Seite her. Die Arterien und Venen der Leberhülle stehen einerseits an ihren Endpunkten in Verbindung mit Ausläufern der *Vasa mammaria interna, phrenica, cystica*, selbst der *suprarenalia* und *renalia*

Fig. 224.

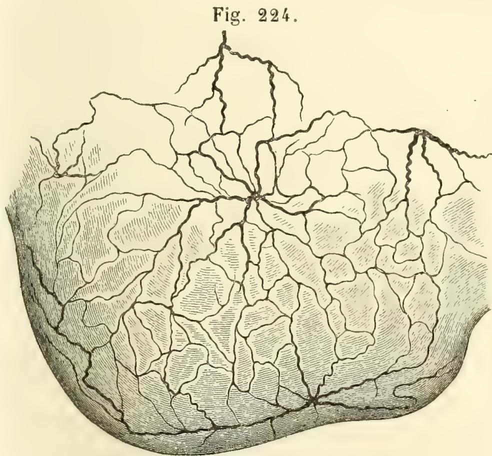


Fig. 224. Arteriennetz der convexen Oberfläche einer kindlichen Leber in nat. Grösse.

dextra (Theile), und hängen andrerseits in den Lebergruben auch mit denen der *Glisson*'schen Capsel, der Hohlvene und Lebervenen zusammen.

3) *Rami lobulares.* Mit jeder *Vena interlobularis* der *V. portae* verläuft ein Aestchen der *Art. hepatica* von höchstens $\frac{1}{130}'''$ *(Theile)*, das zwischen den Leberinselchen, beim Schwein in den Capseln der Läppchen, in feine anastomosirende Zweigelchen sich spaltet und direct mit dem peripherischen Theil des Capillarnetzes der Leberinselchen oder Läppchen, das, wie oben auseinandergesetzt wurde, von der Pfortader gebildet wird, zusammenhängt. Mithin betheiligt sich auch arterielles Blut, wenn schon in geringer Menge an der Gallenbereitung, und ist die Leberarterie auch darin von den Bronchialarterien verschieden, deren Blut durch besondere Venen abgeführt wird.

Die Lymphgefässe der Leber sind sehr zahlreich und zerfallen in oberflächliche Netze unter der *Serosa* und tiefe Gefässe, die die Pfortader und bei Thieren wenigstens auch die Lebervenen begleiten. Beiderlei Gefässe stehen im Zusammenhang und führen zum Theil durch das Zwecrhfell in die Brusthöhle, zum Theil zu kleinen Lymphdrüsen in der *Porta hepatis* und zu den Eingeweideplexus. Auch die Saugadern der Gallenblase sind äusserst zahlreich.

Die Nerven der Leber sind verhältnissmässig sehr zahlreich, stammen vom *Sympathicus* und einem kleineren Theile nach vom *Vagus*, und breiten sich vorzüglich mit der *Arteria hepatica* aus, die sie mit engeren und weiteren ganglienlosen Netzen umstricken. Dieselben enthalten neben vielen feinen Röhren und *Remak*'schen Fasern immer einzelne dicke Fasern und lassen sich verfolgen 1) in die Gallenblase und zu den grossen Gallengängen, 2) in der *Glisson*'schen Capsel bis zu den *Arteriae interlobulares*, wo die feinsten Zweigchen von 0,008—0,012''' nur noch kernhaltige Fasern führen, 3) zu den Lebervenen, endlich 4) in die Hüllen und Bänder des Organes.

§. 163.

Die Entwicklung der Leber kann nach den neuesten Erfahrungen von *Bischoff* und *Remak* namentlich am besten folgendermaassen aufgefasst werden. Die ursprüngliche, bekanntlich sehr früh (beim Hühnchen um die 55—58. Stunde, bei Säugern nach den *Wolf*'schen Körpern und der Allantois) auftretende Leberanlage besteht aus zwei Zellenmassen, einer äusseren aus der Faserhaut des Darmes hervorgegangenen und einer epithelialen inneren, die einen zuerst einfachen und dann gabelig getheilten Schlauch bilden. Von der epithelialen Schicht aus, die wie beim Darm anfänglich aus runden, vielleicht mehrschichtigen Zellen besteht, bilden sich dann durch Zellenvermehrung solide Auswüchse nach aussen in die äussere Schicht hinein, die Lebercylinder *Remak's*, die durch weitere Wucherung sich verästeln und anastomosiren, während zugleich die von den Maschen dieses Netzes eingeschlossenen Zellen der äusseren Schicht ebenfalls sich vermehren und

successive zu Gefässen, Nerven, Bindegewebe u. s. w. sich umbilden. Die Schwierigkeit ist nun zu sagen, wie aus diesem eigenthümlichen netzförmigen Parenchym von Zellen und Gefässanlagen, die späteren Verhältnisse sich gestalten. Was erstens die Leberzellennetze und Läppchen oder Inselchen der fertigen Leber betrifft, so gehen dieselben offenbar durch Weiterwuchern der ursprünglichen Lebercylindernetze hervor, welche durch fortgesetzte Zellenvermehrung immer neue Sprossen treiben und immer wieder mit denselben netzförmig zusammenfliessen, so dass mithin das Leberzellennetz der fertigen Leber der directe Abkömmling des ursprünglichen Netzes ist. Ueber die Einzelheiten der Bildung der Leberzellennetze fehlen noch detaillirtere Angaben, doch scheint dieselbe nach allem in etwas verschiedener Weise zu Stande kommen zu können. In den einen Fällen scheinen in späteren Zeiten keine ausgedehnteren freien cylindrischen Ausläufer des Leberzellennetzes sich zu finden, so dass das Netz immer durch sofortigen Ansatz neuer Maschen an den Rändern, vielleicht auch durch immerwährende Verlängerung der schon vorhandenen Leberzellenbalken und immer neue Anastomosenbildung zwischen denselben wächst und dies ist, wenn ich recht gesehen habe, beim Menschen der Fall, wo es mir selbst in der 7. Woche nicht gelang deutliche freie Lebercylinder zu sehen; andere Male scheinen freie Lebercylinderenden noch lange Zeit hindurch vielleicht bis nahe zur Vollendung des gesammten Wachsthumes aufzutreten und ihre Bildung derjenigen neuer Anastomosen zwischen denselben um ein Geraumes voranzugehen, wie es beim Hühnchen und bei Vögeln und nach *J. Müller* auch bei einigen Säugethieren der Fall ist, bei welchen letzteren auch nach *Müller's* Abbildungen die Lebercylinder läppchenförmig gruppirt sind. Diese freien Lebercylinder der Leberoberfläche geben vielleicht auch einen Anhaltspunkt für die Deutung der Mittheilungen von *E. H. Weber* und *Krause* über schlauchförmige Enden von Gallencanälchen an der Leberoberfläche. — Die Gallengänge betreffend, so sind dieselben sicherlich nichts als secundäre Aushöhlungen eines Theiles der anfangs soliden Lebercylinder und der grösseren inneren, an die ursprüngliche Epithelialausstülpung grenzenden Stränge, die alle aus mehrfachen Zellenreihen bestehen, welche Aushöhlung von dem gemeinschaftlichen Gallengange aus nach den Aesten fortschreitet und nicht anders als bei den andern Drüsen zu denken ist, d. h. entweder durch Auflösung der inneren, die betreffenden Anlagen bildenden Zellen oder durch Ausscheidung einer Flüssigkeit zwischen dieselben und so bewirkte Bildung eines Hohlraumes. Bei dieser Auffassung ist nur das bedenklich, dass nach *Remak* alle Lebercylinder, auch die grössten, Anastomosen bilden, während bekanntlich die Gallengänge, ohne unter einander zu anastomosiren, sich verästeln. Hier bleibt nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die Anastomosen der anfänglichen grössten Lebercylinder im Laufe der Entwicklung nicht auch mit fortschreiten, sondern resorbirt werden, eine Annahme die in manchen Erscheinungen der fötalen Entwicklung ihr Analogon finden

kann. Nur beim Menschen möchte hiervon eine Ausnahme sein, denn mir scheint, dass die von *E. H. Weber* beschriebenen, oben besprochenen Anastomosen des rechten und linken Leberganges in der *Fossa hepatis* durch die Beobachtungen *Remak's* eine vollkommen genügende Erklärung finden und nichts als die zu etwelcher, wenn auch nicht erheblicher Entwicklung gekommenen embryonalen Anastomosen der Anlagen dieser Canäle sind. — Die Entstehung der Faserhäute der Gallengänge begreift sich leicht, wenn man bedenkt, wie die Lebercylindernetze und die fibröse Lage der Leber ineinandergreifen, so dass leicht aus den, den grösseren Lebercylindern zunächst gelegenen Elementen der letzteren Bindegewebslagen u. s. w. sich bilden können; ebenso ist auch die Weiterbildung der Gefässe, Nerven u. s. w. ohne Schwierigkeit und nicht anders als in andern Organen zu denken. — Die Gallenblase ist nach *Remak* beim Hühnchen eine anfangs solide Wucherung des einen Leberganges, die später hohl wird und sich rasch vergrössert. Die Falten der Schleimhaut derselben sah ich beim Menschen schon im 5. Monate.

Die Untersuchung der Leber wird am besten zuerst beim Schweine vorgenommen, bei welchem Thiere die deutliche Sonderung der Läppchen die Auffassung der Beziehungen des secernirenden Parenchyms zu den Gefässen und Lebergängen ungemein erleichtert. Die Leberzellen isoliren sich bei allen Geschöpfen mit der grössten Leichtigkeit einzeln und in Reihen oder in Bruchstücken der Netze, um dagegen ihre Gesammtanordnung richtig aufzufassen, gibt es kein besseres Mittel, als aus einer frischen Leber mit dem Doppelmesser feine Segmente auszuschneiden, was durch aus freier Hand mit einem Rasirmesser gemachte Schnitte, selbst wenn die Leber vorher in Alcohol, Holzessig, Chromsäure etc. erhärtet wurde, auch nicht im Entferntesten ersetzt werden kann. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass man die Leberzellennetze an solchen Präparaten nicht sieht, denn man nimmt dieselben selbst an undurchsichtigen Leberstücken bei auffallendem Lichte wahr, nur dass dieselben keine ganz vollständige Einsicht gewähren. Die feinsten Gallengänge sind nicht leicht zu finden, doch wird man bei Segmenten, die durch mehrere Läppchen gehen, bei sorgfältigem Suchen fast in jedem Präparate am Rande der Läppchen einzelne Bruchstücke derselben, die an ihren kleinen polygonalen Zellen leicht kenntlich werden, wahrnehmen und vielleicht auch bei lange fortgesetztem Forschen einmal ein solches Bruchstück mit dem Leberzellennetz in Verbindung sehen, was mir noch nicht geglückt ist. Die gröberen Gallenwege machen keine Schwierigkeiten. Die Drüsen derselben sieht man zum Theil von Auge, zum Theil durch *Natron causticum* leicht, und die *Weber*'schen Anastomosen der zwei Lebergänge in der *Fossa transversa* bei guten Injectionen. Die *Vasa aberrantia* im *Lig. triang. sinistrum* und an andern Orten nimmt man auch ohne Injection bei Essigsäure oder Natronzusatz wahr. — Nerven und Lymphgefässe der Leber sind, die feinsten Theile derselben ausgenommen, auch beim Menschen leicht zu sehen. Die Blutgefässe erfordern gute Injectionen, für die ich beim Menschen vor allem kindliche Lebern empfehle, an denen namentlich die Ausbreitungen der *Art. hepatica* in der serösen Hülle, an den Gefässen u. s. w. prächtig werden. Das Capillarnetz der Läppchen injicirt sich mit feiner Masse leicht, auch sind eine Reihe vortrefflicher Injectionen von verschiedenen Meistern im Injiciren allgemein verbreitet.

Literatur der Leber. *F. Kiernan, The anatomy and physiology of the liver* in *Phil. transact.* 1833; *E. H. Weber, Annotat. anat. et physiol. Prol. VI, VII et VIII. Lips.* 1841 u. 1842, und *Programmata collecta Fasc. II. Lips.* 1851; Ueber den feineren

Bau der menschlichen Leber, in Müller's Archiv 1843, St. 318; Zusätze zu seinen Untersuchungen über den Bau der Leber, in Berichte der K. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig. 1850, St. 151; *A.* Krukenberg, Untersuchungen über den feineren Bau der menschlichen Leber, in Müller's Archiv 1843; *J.* Müller in seinem grossen Drüsenwerk, in der Physiologie und in seinem Archiv 1843, St. 338; Theile, Art.: Leber, in R. Wagner's Handw. der Phys. II, St. 308, 1844; *C. L. J.* Backer, *de structura subtiliori hepatis sani et morbosi. Diss. inaug. Trajecti ad Rhenum* 1845; Natalis Guillot, *Sur la structure du foie des animaux vertébrés Ann. d. sc. nat.* 1848, *pg.* 129; *R.* Retzius, Ueber den Bau der Leber, in Müll. Arch. 1849 II. pg. 141; *C.* Wedl, Ueber die traubenförmigen Gallengangdrüsen, in Sitzungsber. der Wiener Akad. 1850 Dec. pg. 480 *c. Tab.*; *N.* Weja, Beiträge zur feineren Anatomie der Leber, in Müll. Arch. 1851, St. 79; *E. v.* Bibra, Chemische Fragmente über die Leber und die Galle. Braunschweig 1849. Die feinere vergleichende Anatomie der Leber ist abgehandelt von *H.* Karsten, *Disq. microsc. et chem. hepatis et bilis crustaceorum et molluscorum,* in *Nova Acta Ac. Nat. Cur. Vol. XXI. I. St.* 295; *T. F. G.* Schlemm, *De hepate et bile crustaceorum et molluscorum quorundam. Diss. Berol.* 1844; Williams in *Guy's hosp. rep.* 1846; *H.* Meckel, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere, in Müll. Arch. 1846, pg. 1; *Fr.* Will, Ueber die Absonderung der Galle, Erlangen 1849; *H.* Jones in *Phil. Transact.* 1846 u. 1849.

Von der Bauchspeicheldrüse.

§. 164.

Die Bauchspeicheldrüse, *Pancreas*, ist eine zusammengesetzt traubenförmige Drüse, die mit den Speicheldrüsen so sehr übereinstimmt, dass eine kurze Auseinandersetzung ihrer Verhältnisse genügt. Wie bei allen solchen Drüsen unterscheidet man grössere, kleinere und kleinste Läppchen sehr deutlich und findet die letzten aus mikroskopischen Drüsenbläschen zusammengesetzt, die hier durch ihre mässige Grösse von 0,02—0,04‴ und meist rundliche Gestalt sich characterisiren. Dieselben haben wie überall eine *Membrana propria* und ein Pflasterepithel, dessen Zellen sehr häufig durch eine grosse Menge von Fettkörnchen sich auszeichnen, so dass die Drüsenbläschen ganz dunkel und wie mit Zellen ganz gefüllt erscheinen. Die Ausführungsgänge, die wie anderwärts mit den Drüsenbläschen verbunden sind und zu grösseren Canälen und schliesslich zum *Ductus Wirsungianus* sich vereinen, sind weisslich und eher dünnwandig. Dieselben bestehen nur aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen und besitzen alle ein Epithel von kleineren cylindrischen Zellen, die eine Länge von 0,006—0,008‴, eine Breite von 0,002‴ kaum überschreiten. In den Wänden des *Ductus Wirsungianus* und seiner grösseren Nebenäste sitzen kleine traubige Drüschen von 0,06—0,08‴, mit Bläschen von 0,016—0,02‴ und einem mehr fettarmen Epithel in bedeutender Zahl, von denen ich nicht weiss, ob ich sie als Schleimdrüschen analog den Gallengangdrüsen oder als Theile des *Pancreas* selbst ansprechen soll. Das *Pancreas* besitzt das gewöhnliche Drüsenumhüllungsgewebe mit Fettzellen in verschiedener Zahl, in dem die Gefässe

und Nerven der Drüse sich ausbreiten. Die ersteren verhalten sich genau wie bei der *Parotis*, nur dass die Lymphgefässe zahlreicher erscheinen, und was die letzteren anlangt, so begleiten dieselben, wie es scheint, nur die Gefässe, stammen vom *Sympathicus* und führen feine und einzelne mitteldicke Fasern. — Das Secret des *Pancreas* ist normal vollkommen flüssig und enthält nur zufällig beigemengte Bestandtheile, wie abgelöstes Epithel der Drüsenbläschen und der Gänge. — Die Entwicklung des *Pancreas* beginnt mit einer Ausstülpung von der hintern Wand des *Duodenum* und schreitet des Weiteren wie bei den Speicheldrüsen fort, nur dass die Drüsenanlage von Anfang an eine mehr compacte Masse bildet und daher in ihren einzelnen Theilen nicht so gut zu überschauen ist.

Fig 225.



Die Untersuchung des *Pancreas* bietet keine Schwierigkeiten dar, nur stört beim Menschen das Fett in den Epithelzellen der Drüsenbläschen oft und muss man daher auch das *Pancreas* von Säugethieren (Kaninchen, Maus), das meist weniger Fett enthält, untersuchen. Die Drüschen an den Gängen sieht man mit Essigsäure am besten.

Von der Milz.

§. 165.

Die Milz, *Splen s. Lien*, ist eine sogenannte Blutgefässdrüse, die in einer gewissen Beziehung zur Erneuerung des Blutes und wahrscheinlich auch zur Gallenabsonderung steht. Bezüglich auf den Bau, besteht dieselbe aus einer fibrösen und serösen Hülle und einem weichen Parenchym, das vorzüglich aus netzförmig verflochtenen festen Balken, den Milzbalken und einer von denselben umschlossenen rothen Sub-

Fig. 225. Gefässe des Pancreas des Kaninchens. Vergr. 45.

stanz, der Milzpulpa, zusammengesetzt ist. In der letzteren sind ausserdem noch viele besondere weissliche Körperchen, die Milzkörperchen, enthalten und in dem ganzen Innern verbreiten sich viele Gefässe und eine gewisse Zahl von Nerven.

§. 166.

Hüllen und Balkengewebe. Die Peritonealhülle überzieht die ganze Oberfläche der Milz mit Ausnahme des *Hilus*, wo sie, die Milzgefässe und Nerven einschliessend, als *Ligamentum gastrolienale* zum Magengrunde sich fortsetzt, und des oberen Endes, von dem sie als *Lig. phrenico-lineale* sich abhebt und hängt beim Menschen, nicht aber bei Wiederkäuern, so fest mit der Faserhülle zusammen, dass sie nur in Fetzen von dem Organe sich abziehen lässt.

Die Faserhülle *(Tunica fibrosa, albuginea s. propria)* umhüllt als eine mässig dünne und halbdurchsichtige, aber doch recht feste Haut die Oberfläche der Milz vollständig und geht am *Hilus* auch ins Innere, um die Milzgefässe in Form besonderer Scheiden, *Vaginae vasorum*, ähnlich der *Glisson*'schen Kapsel, bis zu den feineren Ramificationen zu begleiten. Beim Menschen besteht dieselbe aus gewöhnlichem Bindegewebe mit vielen Netzen elastischer Fasern, während meinen Untersuchungen zu Folge bei gewissen Thieren, wie beim Hund, dem Schwein, Esel, der Katze (nicht beim Kaninchen, Pferd, Ochsen, Igel, Meerschweinchen und der Fledermaus) auch glatte Muskeln in ziemlicher Zahl in derselben sich finden.

Die Milzbalken, *Trabeculae lienis*, sind weisse, glänzende, abgeplattete oder cylindrische Fasern von einem mittleren Durchmesser von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{3}'''$, die in grosser Zahl von der inneren Fläche der Faserhülle und in geringerer auch von der Aussenfläche der Gefässscheiden entspringen und mit ähnlichen Balken im Innern der Milz so sich vereinen, dass ein durch das ganze Organ sich erstrekkendes Netzwerk entsteht. Die Maschenräume, die dasselbe umschliesst, hängen alle mit einander zusammen, enthalten die rothe Milzsubstanz und die Milzkörperchen und sind, obschon keiner dem andern gleich, doch in Form und Grösse bis zu einem gewissen Punkte einander ähnlich. Die älteren Anatomen betrachteten dieselben als regelmässige, von einer Membran ausgekleidete Cavitäten, analog denen der *Corpora cavernosa* des *Penis*, mit denen sie aller-

Fig. 226.

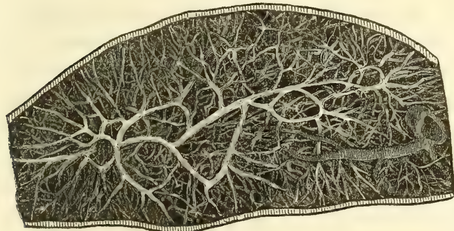
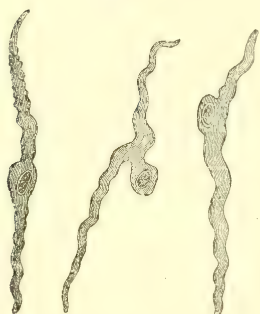


Fig. 226. Querschnitt durch die Mitte der Ochsenmilz ausgewaschen, um die Milzbalken und ihre Anordnung zu zeigen. Natürliche Grösse.

dings in der Anordnung der sie begrenzenden Balken sehr übereinstimmen, allein etwas der Art existirt nicht, wie am besten an Milzsegmenten, deren Pulpa durch Auswaschen entfernt wurde, nachzuweisen ist. Ein solches Präparat gibt auch das beste Mittel an die Hand, das Verhalten und die Verbindung der Balken zu studiren, und man sieht leicht, dass dieselben, obschon von sehr verschiedenen Durchmessern, doch nicht nach Art von Gefässen sich verästeln, vielmehr ganz unregelmässig sich verbinden. Wo 4, 5 oder mehr dieser verschieden dicken Balken sich verbinden, findet sich gewöhnlich ein abgeplattetes cylindrisches Knötchen, ähnlich einem Nervenganglion und zwar finden sich diese häufiger gegen die äussere Oberfläche des Organes zu, als in den inneren Theilen und am *Hilus*, wo schon die grossen Gefässe dem Parenchym eine hinlängliche Stütze gewähren und eine festere Vereinigung der Balken minder nöthig ist. — Der Bau der Balken der menschlichen Milz entspricht vollkommen demjenigen der Faserhülle und bestehen dieselben aus longitudinal verlaufendem Bindegewebe mit feineren elastischen Fasern. Bei Thieren finden sich dagegen, wie ich im Jahr 1846 zeigte, bald in allen Balken (Schwein, Hund, Katze), bald (Ochs) nur in den kleineren derselben auch glatte Muskeln, über deren Verbreitung das Nähere in m. *Mikr. Anat.* II. 2. pg. 256 nachzusehen ist. Ebendaselbst finden sich auch eigenthümliche spindelförmige Fasern von 0,02 — 0,03''' Länge und 0,002''' Breite mit wellenförmig gebogenen Enden und in bauchigen Hervorragungen sitzenden rundlichen Kernen besprochen, welche in ungemein grosser Zahl in der Milzpulpe des Menschen sich finden (Fig. 227. *A.*) und von mir früher vermuthungsweise für glatte Muskeln gehalten worden waren, jedoch, wie ich jetzt glaube, mit Unrecht. Was diese Fasern sind, weiss ich nicht und ist nur noch anzuführen, dass dieselben auch in zellenartigen Körpern zusammengerollt gefunden werden (Fig. 227 *B*).

Fig. 227.

A.



B.

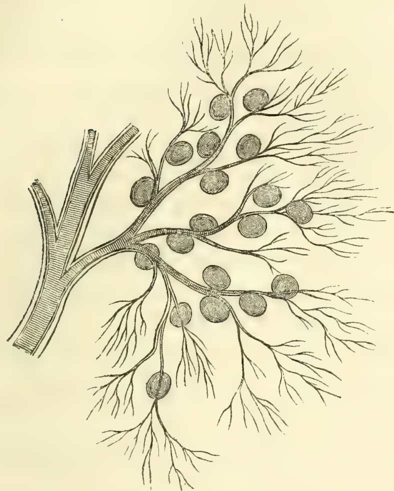


Fig. 227. Eigenthümliche Fasern aus der Milzpulpa des Menschen. *A.* Dieselben frei. *B.* Eine solche in eine Zelle eingeschlossen. 350 mal vergr.

§. 167.

Malpighi'sche Körperchen. Die Milzkörperchen, *Malpighi*'schen Körperchen oder Milzbläschen *(Corpuscula Malpighii, vesiculae sive glandulae lienis)* sind weisse rundliche Körperchen, die in die rothe Milzsubstanz eingebettet und mit den kleinsten Arterien ver-

Fig. 228.



bunden sind, jedoch nur in ganz frischen und gesunden Individuen constant schön zur Anschauung kommen, nicht oder selten in solchen, welche an Krankheiten oder nach langer Abstinenz sterben. Daher erklärt sich, dass *v. Hessling* in 960 von ihm untersuchten Fällen die Körperchen nur 116 mal fand und zwar im 1. und 2. Jahr je bei dem zweiten Individuum, vom 2. bis 10. Jahr je beim dritten, vom 10. bis 14. je beim sechszehnten, vom 14. Jahre an endlich je beim zwei und dreissigsten. In Körpern von solchen, die eines plötzlichen Todes verstorben, wie bei Verunglückten, Selbstmördern, Hingerichteten, von welchen letzteren ich selbst drei Fälle untersuchte, möchten sie wohl nie fehlen und eben so auch bei der Mehrzahl von Kindern, und sind dieselben in solchen Fällen ebenso zahlreich und deutlich wie bei Säugethieren. — Die Grösse der Milzkörperchen ist beim Menschen und bei Thieren gewissen Schwankungen unterworfen und wurde bisher meist überschätzt, weil man dieselben nicht gehörig isolirte; sie beträgt von $^1/_{10}$ — $^1/_3'''$ im Mittel $^1/_6'''$. Es ist leicht möglich, dass dieselbe von den verschiedenen Zuständen der chylopoetischen Organe abhängt, so dass die Körperchen nach Aufnahme von Nahrung grösser sind als sonst, doch trifft man sie, wie ich mit *Ecker* angeben kann, häufig auch bei fastenden Thieren ganz prächtig entwickelt und mangeln beim Menschen in dieser Beziehung alle und jede Daten.

Die *Malpighi*'schen Körperchen sind zwar in die rothe Milzsubstanz eingebettet und kaum ganz von ihr zu befreien, jedoch immer an einen Arterienzweig geheftet, in der Weise, dass sie entweder seitlich direct an einem Gefässchen ansitzen, oder in dem Theilungswinkel eines solchen sich befinden oder endlich wie gestielt erscheinen, in welch' letzterem Falle jedoch der Stiel meist wieder als eine kleine Arterie sich ergibt. Ihre Zahl ist sehr bedeutend und tragen Arterienzweige von 0,02—0,04''' 5 bis 10 Körperchen, so dass sie mit denselben, von der Pulpa befreit, das Bild eines zierlichen Träubchens geben (Fig. 228). Mir scheint, dass die Annahme, dass je 1—1½ Cubiklinie der Milzpulpa ein Körperchen enthalte, eher zu wenig als zu viel sagt.

Fig. 228. Ein Theil einer kleinen Arterie mit einem von Malpighi'schen Körperchen besetzten Aste. Vom Hunde. 10 mal vergr.

Mit Bezug auf den feineren Bau, so besteht jedes *Malpighi*'sche Körperchen aus einer besonderen Hülle und einem Inhalt, und ist mithin ein Bläschen. Die Membran ist farblos, durchscheinend, 0,001—0,002''' dick und überall von zwei Contouren begrenzt, zwischen denen hie und da noch concentrische Linien erscheinen, und hängt innig mit den Scheiden der Gefässe zusammen, mit denen sie auch im Bau insofern übereinkommt, als sie ebenfalls ein mehr homogenes Bindegewebe und elastische Fäserchen enthält, wogegen die glatten Muskeln, die bei manchen Thieren auch (als Längsfasern) in diesen Scheiden sich finden, durchaus fehlen. In ihrem Innern enthalten die *M.* Körperchen kein Epithelium, sondern sind von einer zähflüssigen, grauweissen, zusammenhängenden Masse ganz erfüllt, die aus einer geringen Menge einer klaren, in der Hitze gerinnenden, also eiweisshaltigen Flüssigkeit von neutraler Reaction und vielen rundlichen kleineren und grösseren (von 0,003 bis 0,006''') meist einkernigen, blassen, durch Wasser granulirt werdenden Zellen und einer verschiedenen Zahl von freien Kernen besteht. Ausser diesen Zellen, die häufig einzelne Fettkörnchen enthalten und die deutlichsten Beweise abgeben, dass in den *M.* Körperchen ein beständiger Zellenbildungsprocess vor sich geht, finden sich in denselben auch in besonderen Fällen veränderte oder unveränderte, freie oder in Zellen eingeschlossene Blutkörperchen und wie ich einer Beobachtung an einer Katzenmilz zufolge zu glauben geneigt bin, auch feine Blutgefässe wie in den *Peyer*'schen Follikeln (s. § 155).

Fig. 229.

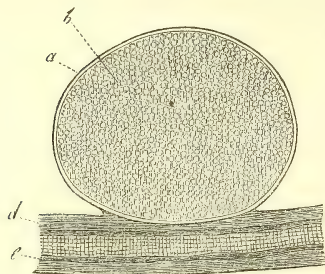


Fig. 230.



Die *M.* Körperchen sind ganz geschlossen und mit den Lymphgefässen nicht verbunden, obschon dies von verschiedenen Autoren, von Neuern von *Huschke*, *Gerlach*, *Pölmann*, *Schaffner* behauptet worden ist. Anatomisch schliessen sich dieselben ganz an die schon beschriebenen Follikel der *Peyer*'schen und solitären Drüsen und stimmen auch mit denen der Tonsillen und Lymphdrüsen nahezu überein wesshalb sie vorläufig als drüsenartige Follikel bezeichnet werden können.

Malpighi'sche Körperchen sind bei allen bisher untersuchten Säugethieren aufgefunden worden, und kommen auch den Vögeln zu. Unter den beschuppten Amphibien sah sie *J. Müller* bei einer Chelonia, ich bei der Blindschleiche, wo die Körperchen von einem äusserst zierlichen Netz von Capillaren umgeben waren. Bei Fröschen und Kröten will sie *Oesterlen* hie und da

Fig. 229. Ein Malpighi'sches Körperchen aus der Milz des Ochsen, 150 mal vergr. *a.* Wand des Körperchens. *b.* Inhalt. *e.* Wand der Arterie, an dem dasselbe sitzt. *d.* Scheide derselben.

Fig. 230. Inhalt eines Malpighi'schen Körperchens vom Ochsen, 350 mal vergr. *a*. Kleine, *b*. grössere Zellen, *c*. freie Kerne.

gesehen haben, ich war jedoch nicht im Stande, bei irgend einem nackten Amphibium eine Spur von ihnen zu finden und ebenso erging es mir auch bei den Süsswasserfischen, dagegen fand sie *Leydig (Beiträge zur Anat. der Rochen und Haie)* bei den Plagiostomen. *J. Müller's* Vermuthung, dass die *M.* Körperchen bei allen Wirbelthieren sich finden, bestätigt sich demnach nicht, eine Thatsache, die nicht so ganz unwichtig ist, wenn man nach der physiologischen Bedeutung derselben frägt. — Bei einigen Säugethieren enthalten die *M.* Körperchen, jedoch nicht constant, dieselben Formen sich zersetzender Blutkörperchen, die im folgenden § aus der Pulpa beschrieben werden sollen.

§. 168.

Die rothe Milzsubstanz, Milzpulpe, das Milzparenchym *(Substantia rubra, pulposa, parenchyma lienis)*, ist eine weiche röthliche Masse, welche alle Zwischenräume zwischen den grösseren Balken und stärkeren Gefässen ausfüllt und an einem Segmente der Milz ihrer Weichheit wegen leicht entfernt werden kann. Dieselbe besteht aus drei Elementen, nämlich aus den zartesten Blutgefässen der Milz, mikroskopischen Fasern und Bälkchen und besonderen Parenchymzellen. Zu denselben kommen beim Menschen und bei Thieren so häufig extravasirtes Blut in mannigfachen Umwandlungen, dass man dasselbe fast als normalen Theil bezeichnen kann. Je nach der Menge des letzteren und der Füllung der Blutgefässe erscheint die Pulpa bald heller bald dunkler blutroth, wobei jedoch noch zu bemerken ist, dass die Pulpa auch einen ihr eigenen rothen Farbstoff besitzt.

Die Fasern der Pulpa sind zweierlei Art. Einmal mikroskopische Bälkchen, ganz analog den grösseren von blossem Auge sichtbaren und auch von dem nämlichen Baue wie diese, ausser dass sie bei vielen Säugethieren mehr oder selbst nur glatte Muskeln enthalten. Ihr Durchmesser schwankt in der Regel zwischen 0,005—0,01''' und ihre Zahl und Menge ist in verschiedenen Gegenden und bei verschiedenen Thieren nicht überall dieselbe. Beim Menschen finde ich sie spärlicher und breiter als bei Säugethieren und im Bau den grossen Balken vollkommen gleich. — Andere in der Pulpa noch vorkommende Fasern sind offenbar Endigungen der Gefässscheiden. Dieselben finden sich sehr zahlreich und treten besonders in Form von zarten undeutlich faserigen Membranen ohne elastisches Gewebe auf, welche die Capillaren zu verbinden scheinen und vielleicht auch mit den feinsten Bälkchen zusammenhängen.

Die Zellen der Milzpulpe, oder Parenchymzellen der Milz, runde, einkernige Zellen von 0,003—0,005''', sind in ihrer Mehrzahl denen in den Milzkörperchen so ähnlich, dass eine nähere Beschreibung derselben füglich unterlassen werden kann, auch finden sich mit ihnen untermengt ebenfalls und zwar meist in grösserer Menge als in den *M.* Körperchen freie Kerne. Ausserdem zeigen sich dann noch einige andere Elemente und zwar 1) blasse runde, homogen aussehende Körper, etwas grösser als Blutkörperchen, die sich entweder als freie Kerne ergeben

oder als Kerne von homogenem Aussehen, dicht von einer zarten Hülle umschlossen; 2) grössere Zellen bis zu 0,01''' und zwar einmal ganz blasse, mit 1—2 Kernen, und dann auch, was ich farblose Körnchenzellen genannt habe, d. h. Zellen mit mehr oder weniger ungefärbten, dunklen, fettartigen Körnchen, welche beide Elemente zwar auch in den *M.* Körperchen, aber nie in so grosser Zahl sich finden. Die Menge der verschiedenartigen Parenchymzellen und der freien Kerne in der Pulpa ist so bedeutend, dass dieselben neben einer geringeren Menge gelbröthlicher Flüssigkeit, die sie verbindet, wohl die Hälfte der rothen Milzsubstanz ausmachen. Dieselben liegen nicht in grösseren Massen beisammen, sondern in kleinen unregelmässigen Häufchen von verschiedener Grösse, die die Zwischenräume zwischen den Balken und Gefässen aller Art und den *M.* Körperchen einnehmen. Am richtigsten denkt man sich die Sache, wenn man jeden zwischen grösseren Balken eingeschlossenen Abschnitt der rothen Substanz im Kleinen so zusammengesetzt sein lässt, wie die Milz im Grossen. In der That zeigen die mikroskopischen Bälkchen, die Enden der Gefässscheiden und die feinsten Gefässe dieselben Verhältnisse wie die von blossem Auge sichtbaren Balken und die grösseren Gefässe, während die kleinen Nester von Parenchymzellen den grossen, dem unbewaffneten Auge scheinbar homogenen Pulpamassen entsprechen. Nirgends finden sich besondere Hüllen zur Umschliessung der Parenchymzellen, vielmehr liegen dieselben überall in Contact mit den Gefässscheiden, den Balken und den Hüllen der *M.* Körperchen.

Die rothe Pulpa des Menschen und der Thiere zeigt zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Farbe oder besser ein verschiedenes Verhalten der in ihr enthaltenen Blutkörperchen, die ohne Theilnahme irgend anderer Elemente durch ihre verschiedenartige Beschaffenheit ihre Farbennuançen bestimmen. Bei den einen Thieren nämlich besitzt dieselbe bald eine blassere, mehr graurothe, bald eine braune oder selbst schwarzrothe Farbe. Im letzteren Falle finden sich eine Menge veränderter Blutkörperchen, von denen bald weiter die Rede sein soll, im ersteren dagegen lässt sich durch die mikroskop. Untersuchung leicht nachweisen, dass die rothe Farbe von unveränderten Blutkörperchen herrührt, die auch durch Druck leicht aus dem Gewebe der Milz herauszutreiben sind und bei Zusatz von Wasser in kurzer Zeit allen Farbstoff abgeben. Bei anderen Thieren hat zwar die Milz immer ungefähr dieselbe, meist dunklere Farbe, allein es zeigen sich nichts destoweniger auch bald nur unveränderte Blutkügelchen, bald viele der-

Fig. 231.

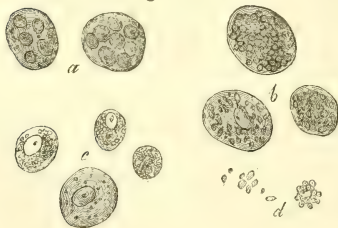


Fig. 231. Blutkörperchen haltende Zellen und ihre Metamorphosen aus der Milz des Kaninchens, 350 mal vergr. *a.* Zwei kernhaltige Zellen mit Blutkügelchen. *b.* Solche Zellen in braune Pigmentzellen umgewandelt. *c.* Wieder entfärbte Zellen. *d.* Pigmentkörner aus frei sich verändernden Blutkügelchen entstanden.

selben in den mannigfachsten Umwandlungen begriffen. Diese nun sind sehr auffallend und eigenthümlich und beruhen bei allen Thieren wesentlich darauf, dass 1) die Blutkügelchen, indem sie zugleich kleiner, dunkler und die elliptischen der niederen Wirbelthiere auch rundlich werden, in rundliche Häufchen sich zusammenballen, welche entweder in diesem Zustande verbleiben oder in Verbindung mit etwas Blutplasma unter Auftreten eines Kernes in ihrem Innern und einer äusseren Hülle in blutkörperchenhaltige rundliche Zellen von 0,005—0,015''' mit 1 bis 20 Blutkörperchen übergehen, und 2) diese Häufchen und Zellen, indem ihre Blutkörperchen immer mehr sich verkleinern und unter Annahme einer goldgelben, braunrothen oder schwarzen Farbe, ganz oder nach vorherigem Zerfallen in Pigmentkörner übergehen, in Pigmenthaufen und pigmentirte Körnchenzellen sich umwandeln und endlich die letztern unter allmäligem Erblassen ihrer Körner zu vollkommen farblosen Zellen sich gestalten. — In manchen Fällen bilden die Blutkörperchen keine Häufchen und Zellen, machen aber doch den eben geschilderten Farbenwechsel und das Zerfallen wie die anderen durch.

Die Veränderungen des Blutes in der Milz, über welche Ausführlicheres in meiner *Mikr. Anat.* II. 2. St. 268—271 sich findet und die gleichzeitig mit mir auch *Ecker* beobachtet und wie ich gedeutet hat, haben in der neuesten Zeit eine mehrfache Berücksichtigung erfahren. *Gerlach*, *Schaffner* und neulich auch *O. Funke* (l. c.), die in der Beschreibung der Thatsachen mit *Ecker* und mir ganz einverstanden sind, weichen in der Verknüpfung derselben vollkommen ab, und glauben, dass dieselben statt auf eine Auflösung auf eine Neubildung von Blutkörperchen Bezug haben und demnach die Milz, wie schon *Hewson* wollte, eine Bildungsstätte von Blutkörperchen sei. Ich habe die Gründe *Gerlach's* schon an einem anderen Orte (*Zeitschr. f. w. Zool.* II. St. 115) widerlegt und halte es deswegen nicht für nöthig, hier noch einmal auf diese Frage einzugehen, um so weniger als auch *Ecker* nach wiederholten sorgfältigen Untersuchungen ganz mit mir übereinstimmt und eine unbefangene Beobachtung die Thatsachen unmöglich anders deuten kann, als es von uns geschehen ist. Eine ganz neue Ansicht hat vor kurzem *Remak* aufgestellt (l. i c.). Derselbe hat sich von den bekannten Thatsachen, dass es auch andere Pigmentzellen gibt als solche, die Blutkörperchen ihre Färbung verdanken und dass ergossenes Blut zellenähnliche Klümpchen mit Blutkügelchen bilden kann, wie *Hasse* und ich namentlich gelehrt haben, welche Thatsachen von ihm durch neue Belege gestützt werden, verleiten lassen, zu behaupten, nicht nur, dass es keine Zellen mit eingeschlossenen Blutkörperchen gebe, sondern auch dass in der Milz keine Blutkörperchen untergehen, d. h. in Pigmentkörner sich umwandeln. Ich finde dies so stark, dass ich mich nicht zu einer Widerlegung bewogen sehe, man könnte am Ende dazu kommen, auch noch beweisen zu müssen, dass es Zellen und Blutkörperchen gibt. Es wird *R.* interessiren zu erfahren, dass *Virchow*, wie er mir sagt, von der Existenz der fraglichen Zellen sich überzeugt hat, jedoch die Entstehungsweise derselben anders auffasst, indem er glaubt, dass die Blutkügelchen von aussen in schon gebildete Zellen hineingelangen, eine Vermuthung, mit der ich mich vorläufig nicht recht befreunden kann.

Eine wichtige Frage ist die, was für eine Bedeutung die Veränderungen der Blutkörperchen haben, ob dieselben als physiologisch oder pathologisch anzusehen sind. Auf der einen Seite scheinen sehr gewichtige Gründe für das Normale der Erscheinung zu sprechen, namentlich das so zu sagen constante Vorkommen derselben bei so vielen und namentlich auch bei im Naturzustande lebenden Thieren, wie den Amphibien und Fischen, ferner das Bestehen scheinbar

vollkommener Gesundheit, trotz der ungeheuren Menge der sich zersetzenden Blutkügelchen, drittens das Vorkommen von Blutkörperchen haltenden Zellen in Blutgefässen, die von der allgemeinen Circulation durchaus nicht abgeschnitten sind, wie es sich bei Amphibien nachweisen lässt, viertens der Mangel ähnlicher, constanter, in kurzen Intervallen sich wiederholender Umwandlungen des Blutes in anderen Organen bei den höheren Wirbelthieren und noch manches Andere. Im Gegensatze zu diesen Thatsachen erheben sich nun aber bei genauerer Betrachtung manche andere, die fast unwillkürlich zur Annahme führen, es möchten doch vielleicht alle Veränderungen der Blutkörperchen in der Milz nur abnorme Erscheinungen sein, eine Ansicht, zu der namentlich meine Erfahrungen an Fischen mit leiten. Bei diesen gehen 1) die Veränderungen der Blutkörperchen der Milz nicht im Innern der Blutgefässe, sondern in Extravasaten vor sich, die wie pathologische *Aneurysmata spuria* sich ausnehmen (s. meine *Mikr. Anat.* II. 2. und *Todd Cyclop. of Anat.* Art. *Spleen*, Fig. 533, *Ecker Icon. phys.* Tab. VI. Fig. 15, 16); 2) finden sich hier solche Extravasate und Metamorphosen der Blutkügelchen derselben nicht nur in der Milz, sonden auch in anderen Organen, namentlich in den Nieren ganz constant und häufig auch in der Leber und im *Peritonaeum*. Reiht man nun an diese Facta noch die, dass bei gewissen Thieren, z. B. der Katze, dem Schaf u. a. die Veränderungen der Blutkörperchen in der Milz sehr selten zu treffen sind, ferner dass dieselben in ihrem Fortgange nicht immer in gleicher Weise mit den Zuständen der Verdauung zusammenfallen, so kann man sich kaum des Gedankens an das Abnorme der Erscheinung erwehren, namentlich wenn man noch bedenkt, dass ähnliche, bestimmt nicht physiologische Erscheinungen, wie die kleinen Blutergüsse in den Lungen, Bronchialdrüsen und der *Thyreoidea* des Menschen, in den Lymphdrüsen des Mesenterium des Schweines und Kaninchens u. s. w. ebenfalls theils als fast constante Erscheinungen auftreten, theils mit vollkommen gleichen Veränderungen der Blutkügelchen verbunden sind. Immerhin sind in den letztgenannten Fällen die Mengen der sich verändernden Blutkügelchen in keinem Vergleich zu der Unzahl derer, die beständig in der Milz zu Grunde gehen und zweitens ist es ja auch möglich, dass Blutergüsse als ein physiologisches Phänomen auftreten, wie die *Graaf*'schen Follikel, die Lösung der *Placenta*, die Menstruation lehren. Und wenn auch nicht alle Thiere eine durch das Mikroskop nachweisbare Veränderung der Blutkörperchen in der Milz zeigen, so ist damit nicht gesagt, dass eine solche nicht vorhanden sein könne, und dass die wirklich nachweisbare auf einem pathologischen Verhältnisse beruhe. So viel wenigstens ist sicher, dass bei allen Thieren ohne Ausnahme Blutstockungen in der Milz sich finden und fast sicher, dass dieselben bei den Säugern auch von Extravasaten begleitet sind. Bei diesen Blutstagnationen könnten die Blutkörperchen in den einen Fällen rasch, in den andern langsam sich auflösen und so eine bedeutende Verschiedenheit für den Beobachter erzielt werden; auch ist gedenkbar, dass dieselben und ihre Folgen physiologisch seien, wie sie denn in der That auch bei vielen Geschöpfen constant und in sehr grossartigem Maassstabe sich finden, und dass sie eine grosse Bedeutung für das Leben haben. Aus diesen Gründen möchte ich, so lange der pathologische Character der besprochenen Erscheinungen nicht bis zur Evidenz bewiesen ist, vorläufig noch an ihrer physiologischen Natur festhalten und die Auflösung von Blutkörperchen in der Milz als ein normales Vorkommniss ansehen.

§. 169.

Gefässe und Nerven. Bei ihrem Eintritte in die Milz werden die relativ sehr grosse Milzarterie und die noch grössere Milzvene gleich von den als Gefässscheiden bezeichneten Fortsetzungen der fibrösen Haut umgeben, die beim Menschen vollständige Hüllen um die Gefässe und Nerven, etwa nach Art der *Capsula Glissonii* bilden, so dass namentlich

die Arterien und Nerven leicht isolirt werden können, weniger die Venen, die an der, der Arterie abgewandten Seite fester mit der Scheide sich verbinden. Anfänglich ist die Dicke der Scheiden ebenso bedeutend wie die der *Fibrosa* und behalten sie auch diese Dicke bei, so lange sie die Hauptäste der Gefässe umgeben. Die feineren Verästelungen der letztern und die schon von den grossen Stämmen abgehenden kleinen Aeste haben feinere und immer feinere Scheiden, bis zuletzt, wenn die Gefässe ganz zart geworden, dieselben als dünne Häutchen in der Pulpa sich verlieren. Die Dicke einer Scheide ist immer geringer als die der betreffenden Arterienwand, grösser als die der Vene, doch werden nach den Verästelungen zu die Scheiden relativ stärker. Dass äusserlich eine Menge Balken an die Gefässscheiden sich ansetzen, wurde schon oben bemerkt, und betheiligen sich dieselben hierdurch, sammt den eingeschlossenen Gefässen, auch an der Bildung des derberen Netzwerkes im Innern der Milz. — Bei Säugethieren, wie beim Pferd, Esel, Ochs, Schwein, Schaf u. s. w., verhalten sich die Scheiden anders, indem hier an den kleineren Venen gar keine solchen sich finden, und an den grösseren so zu sagen nur auf der Seite, wo die Arterien und Nerven liegen. Nur die zwei Hauptvenenstämme nahe am *Hilus* haben vollständige Scheiden, während die Arterien von den Stämmen an bis zu den feinsten Verästelungen hin solche besitzen. Der Bau der Scheiden ist ganz der der Balken, doch finden sich nicht in allen Fällen, wo die letzteren Muskeln enthalten, solche auch in den Scheiden, so z. B. beim Ochsen, während dieselben beim Schwein auch hier sehr deutlich sind.

Fig. 232.



Fig. 232. Eine Arterie mit ihren büschelförmigen Enden aus der Milz des Schweines. 25 mal vergr.

Die Milzarterie spaltet sich nach ihrem Eintreten mit jedem Hauptaste gleich strauchartig in eine grössere Zahl v. Aesten, von denen die grösseren nach dem vorderen, die kleineren nach dem hinteren Rande des Organes hinstreben u. keine Anastomosen mit denen anderer Hauptäste bilden. Wenn dieselben bis zu $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}'''$ sich verdünnt haben, so trennen sie sich von den Venen, die bisher in der

nämlichen Scheide mit ihnen verliefen, setzen sich dann mit ihren 0,01—0,02''' starken Zweigen in schon beschriebener Weise mit den *Malpighi*'schen Körperchen in Verbindung und geben vielleicht auch feine, ins Innere derselben gelangende Aestchen ab (siehe oben §. 167). Dann dringen sie, an der Oberfläche derselben oft fest anliegend, aber, soviel ich wenigstens sehe, nicht durch sie hindurch, wie *J. Müller* früher annahm, in die rothe Milzsubstanz hinein und zerfallen unmittelbar in zierliche Büschel kleinster Arterien, die sogenannten *Penicilli* (Fig. 232), welche dann schliesslich in wirkliche Capillaren von 0,003—0,005''' sich auflösen, die überall in der Pulpa, sowohl um *Malpighi*'sche Körperchen herum als auch sonst, zu einem etwas weiteren Maschennetz sich verbinden.

Was die Venen anlangt, so muss ich mich vor Allem gegen die Existenz von Venenräumen, *Sinus venosi*, die ältere und neuere Anatomen beschreiben, in der menschlichen Milz aussprechen. Die grösseren Venen, welche noch Arterien begleiten, zeigen durchaus nichts Besonderes, abgesehen von ihrer Weite. Alle haben eine Membran die wenigstens auf der Seite der Arterie leicht nachzuweisen ist und allmälig sammt der Gefässscheide sich verdünnt. Oeffnungen kleinerer Venen, sogenannte *Stigmata Malpighii*, finden sich in den grössten dieser Venen nur in geringer Menge, während sie in den kleineren häufiger sind. Von dem Punkte aus, wo die Venen von den Arterien sich trennen, verhalten sie sich etwas verschieden. Einmal nämlich gehen nun auf allen Seiten eine grosse Zahl kleinerer Venen unter meist rechten Winkeln von ihnen ab, wodurch ihre Wand stellenweise fast wie siebförmig durchbrochen erscheint, und zweitens verschmelzen ihre Membranen mit den Gefässscheiden ganz, so dass beide schliesslich nur noch eine ganz zarte Wand constituiren, die jedoch immer noch an den feinsten, durch die Präparation isolirbaren Gefässen mit Leichtigkeit nachzuweisen ist. Erweiterungen irgend einer Art finde ich in keinem Theile dieser Venen, nur ist zu bemerken, dass dieselben langsamer sich verengern als die Arterien. Was ihren Zusammenhang mit den Capillaren betrifft, so kommt derselbe wie in allen anderen Organen zu Stande, und ist durch Injection der Venen einer gut erhaltenen menschlichen, namentlich Kindermilz nicht schwer nachzuweisen. Auch hier keine Spur von Erweiterungen.

Die Capillaren der Milz von gewöhnlichem Bau und 0,003—0,005''' Weite sind sehr zahlreich und finden sich überall in der Pulpa, wo sie theils um die *Malpighi*'schen Körperchen herum, jedoch nicht in der Hülle derselben und sonst ein durch die ganze Milz zusammenhängendes ziemlich enges Maschenwerk bilden, dass nur von den kleinsten Balken und *M.* Körperchen unterbrochen wird.

Lymphgefässe besitzt die menschliche Milz verhältnissmässig sehr wenige. Die oberflächlichen derselben verlaufen spärlich zwischen den zwei Hüllen, sind jedoch, ausser in ganz gesunden Milzen und in der Nähe des *Hilus*, kaum zu erkennen. Die tiefen Gefässe finden sich im *Hilus*, von wo aus sie ebenfalls nur wenige an Zahl und von geringem

Durchmesser die Arterien begleiten, jedoch lange nicht so weit wie dieselben sich verfolgen lassen. Am *Hilus* kommen beiderlei Gefässe zusammen, gehen durch einige kleine hier befindliche Drüsen und vereinen sich schliesslich in einen Stamm, der am 11. oder 12. Wirbel in den *Ductus thoracicus* mündet. An kranken Milzen sieht man von den oberflächlichen Lymphgefässen meist keine Spur.

Die aus vielen feinen und einigen dicken Röhren und mässig viel *Remak*'schen Fasern bestehenden Nerven der Milz kommen aus dem die Milzarterie mit 2 oder 3 Stämmen umstrickenden Milzgeflechte und setzen sich im Innern des Organes je mit einem oder zwei hie und da anastomosirenden Aesten auf die Arterien fort. Beim Schaf und Ochsen sind diese Milznerven wahrhaft colossal, so dass sie alle zusammen an Dicke der leeren und zusammengezogenen Milzarterie gleichkommen, welche Stärke jedoch nur auf Rechnung ungemeiner Mengen *Remak*'scher Fasern zu setzen ist. Bei Thieren kann man die Nerven, die durchaus ohne Ganglien sind, mit dem Messer weit in die Milz hinein verfolgen, weiter als beim Menschen, und mit Hülfe des Mikroskops habe ich dieselben häufig auch an den die *M.* Körperchen tragenden Arterien noch gesehen. Ueber ihre Endigungen kann ich nur das sagen, dass dieselben in die *Pulpa* übergehen und auch an den Arterienpinseln noch zu sehen sind. Dieselben werden hierbei schliesslich so fein wie die feinsten Capillaren, enthalten keine dunkelrandigen Röhren mehr und enden nach dem, was *Ecker* gesehen hat (l. c. pg. 149 fig. 10), wahrscheinlich gabelförmig verästelt und frei. Beim Kalbe messen die Nerven an Arterien von 1''' 0,024—0,028''', an den *Penicilli arteriarum* 0,0048—0,0056''', mitten in der *Pulpa* 0,003—0,004'''. In Stämmchen von 0,012—0,028''' sah ich hier noch eine einzige dunkelrandige Nervenfaser, während alles andere aus einem streifigen kernhaltigen Gewebe bestand, das in den feineren Fäden allein vorhanden war. Es ist unwahrscheinlich, dass dieses Gewebe hier ebenfalls noch die Bedeutung von *Remak*'schen Fasern hat wie in den Stämmen; vielmehr möchte ich mit *Ecker* dasselbe zu dem embryonalen Nervengewebe stellen, das von anderen Orten her sattsam bekannt ist, und glauben, dass die dunkelrandigen Fasern der Stämme schliesslich in blasse Fasern auslaufen, als solche die letzten Zweigelchen allein oder fast allein zusammensetzen und dann verästelt enden. — In den Stämmen der Milznerven des Kalbes finden sich schon vor ihrem Eintritte in die Milz und innerhalb derselben zahlreiche gabelförmige Theilungen der dunkelrandigen zum Theil gröberen zum Theil feineren Primitivröhren, welche beim Menschen aufzufinden mir bisher nicht gelang.

Von den Säugethieren scheinen in Bezug auf die Venen manche ganz an den Menschen sich anzuschliessen, andere, wie Pferd, Ochs, Schaf, Schwein, weichen dagegen sehr bedeutend ab. Hier findet sich nur an den Anfängen der allergrössten Venenstämme eine besondere Venenhaut und Gefässscheide, während tiefer herein dieselben nur an der Seite der Arterie sichtbar sind. An allen kleineren Venen, die für sich (ohne Arterien) verlaufen, ist von zwei Hüllen keine Spur mehr zu finden, ja es scheinen selbst diese Venen einfach Aushöhlungen in der Milzsubstanz zu

sein, indem man an ihren Wänden eine Menge anastomosirender *Trabeculae* und dazwischen rothe oft knollig vorspringende Milzsubstanz sieht. Dieselben haben jedoch immer noch eine vollkommen glatte und glänzende Oberfläche, die von einem nur durch das Mikroskop nachweisbaren Ueberzug von mehr spindelförmigen, nach Art eines Pflasters verbundenen Epithelzellen von 0,005 — 0,01''' herrührt. Dieses Epithelium entspricht vollkommen dem der grösseren Venen, nur liegt es hier nicht mehr auf einer besonderen Wand, sondern unmittelbar auf der Milzsubstanz, d. h. auf den Balken und einem zarten häutigen Wesen, das die Pulpa zwischen denselben abgrenzt, auf. Bei so bewandten Umständen kann man mit vollem Rechte von Venensinus reden, um so mehr, wenn man bedenkt, dass diese so zu sagen wandungslosen Venen eine colossale Weite besitzen und von unzähligen in sie sich ergiessenden Venen durchlöchert sind. Diese kleineren Venen selbst lassen sich noch ziemlich weit durch die Scheere verfolgen, doch hat es mir auf keine Weise gelingen wollen nachzuweisen, wie dieselben mit dem auch hier sehr deutlichen, aus gewöhnlichen *Penicilli arteriarum* hervorgegangenen Capillarnetz zusammenhängen. Ich glaube auch kaum, dass es jemals gelingen wird, diesen Zusammenhang ganz zu ermitteln, denn die feinsten Venen, die oft nur noch einige wenige *Trabeculae*, meist einzig und allein rothe Milzpulpe als Begrenzung haben, sind so zarte Canäle, dass sie durch die geringste mechanische Gewalt, wie beim Aufblasen oder Injiciren, zerreissen und auch durch das Mikroskop nicht zu entdecken sind. So viel sieht man jedoch immer, dass dieselben schliesslich sehr fein werden, so fein, dass es unmöglich ist, von einem Anfangen derselben mit Erweiterungen zu reden. Ich für mich glaube, dass auch hier der Zusammenhang mit den Capillaren in ganz gewöhnlicher Weise statt hat, mit dem Unterschiede jedoch, dass eben die Venen nur mit einer Membran, einem Epithel, aus denselben hervorgehen und daher vielleicht in etwas anderer Weise mit der structurlosen Haut derselben sich fortsetzen. Kleinere Folgen von mehr rundlichen Epithelzellen, die man nicht selten beim Zerzupfen der Pulpa findet, gehören wahrscheinlich diesen kleinsten Venen an.

Die Lymphgefässe sind bei Säugethieren nach den Angaben aller Schriftsteller sehr zahlreich, was auch für die *Vasa superficialia* ganz richtig ist, die z. B, beim Kalbe in dem subserösen Bindegewebe in reichlichster Menge und mannigfach anastomosirend sich finden. Dagegen sind, wie ich finde, auch hier die *Vasa profundiora* spärlich. So zähle ich im *Hilus* einer Kalbmilz nur vier Lymphstämme mit einem Gesammtdurchmesser von 0,17'''. Oberflächliche und tiefe Lymphgefässe scheinen hier in einiger Verbindung zu stehen, insofern als mit kleinen Arterienästchen, die aus dem Innern der Milz hervorkommend in den Hüllen sich ausbreiten, auch einzelne feine Lymphgefässe hervortreten und in die oberflächlichen Stämme sich ergiessen, Gefässe, die vielleicht mit den am *Hilus* hervorkommenden zusammenhängen. Diese letzteren lassen sich beim Ochsen leicht eine Strecke weit ins Innere verfolgen, so weit, dass man sehen kann, dass dieselben nicht nur anfänglich, sondern auch später immer mit den Arterien verlaufen. Wie sie beginnen ist unbekannt und kann ich nur soviel sagen, dass die Arterien an den *M.* Körperchen und in den *Penicilli*, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, nicht mehr von Lymphgefässen begleitet sind. Wahrscheinlich gehören dieselben, wie in der Leber, nur den Gefässscheiden an. Der Bau der Lymphgefässe der Milz zeigt nichts Besonderes und haben dieselben Klappen.

Die Arterien der menschlichen Milz sind ungemein muskulös, was vollkommen hinreicht, um das von vielen Beobachtern constatirte An- und Abschwellen des Organes 5 — 6 Stunden nach Aufnahme der Nahrung zu erklären. Bei Thieren können ausser diesen contractilen Elementen auch die von mir aufgefundenen Muskeln der Hülle und der Balken hierbei sich betheiligen, was dann auch begreiflich macht, dass thierische Milzen auf Galvanismus sich contrahiren, die Menschenmilz nicht (vergl. meine *Mikr. Anat.* II. 2. pg. 265).

§. 170.

Physiologische Bemerkungen. Die Milz entwickelt sich am Ende des zweiten Monates in dem fötalen Mesogastrium am Fundus des Magens aus einem Blastem, das unabhängig vom Magen, der Leber oder dem Pancreas, von dem mittleren Keimblatte abstammend, an diesem Punkte sich ansammelt. Dieselbe ist zuerst ein weissliches, oft leicht gelapptes Körperchen (in der 9—10. Woche von 0,72''' Länge, 0,4''' Breite), das allmälig sich röthet und bald ebenso reich an Blut und Gefässen wird, wie beim Erwachsenen. Die anfänglich die Milz allein zusammensetzenden rundlichen kleinen Zellen bilden sich im dritten Monat zum Theil in Gefässe und Fasern um, während ein anderer Theil als Parenchymzellen verbleibt. Die *M.* Körperchen sind erst späteren Ursprungs, doch finden sie sich ohne Ausnahme am Ende der Fötalperiode, jedoch beträchtlich kleiner als später. Wie sie entstehen weiss ich nicht, doch vermuthe ich, dass sie einfach aus Zellenhäufchen hervor gehen, deren äusserste Elemente zur bindegewebigen Hülle sich umwandeln, während die inneren zum Theil in ihrem ursprünglichen Zustande verharrend, zum Theil in Gefässe metamorphosirt den Inhalt bilden.

Ueber die Verrichtungen der Milz sich ausführlicher auszulassen, ist hier nicht der Ort; ich begnüge mich daher, indem ich auf meine *Mikr. Anat.* II. 2. pg. 282 verweise, zu sagen, dass ich die Milz für ein Organ halte, in dessen Parenchym massenhaft und zeitenweise in vermehrter Menge austretende Blutbestandtheile unter Mitwirkung zelliger, in beständiger Bildung und Auflösung begriffener Elemente vorzugsweise eine regressive, zum Theil auch eine progressive Metamorphose erleiden und schliesslich zur Ausscheidung aus dem Körper und zur weiteren Verwerthung wieder vom Blut und den Lymphgefässen aufgenommen werden.

Die Untersuchung der Milz macht bis auf gewisse Verhältnisse keine Schwierigkeiten; Pulpa, Balken, Hülle, *Malpighi*'sche Körperchen bieten sich von selbst dar. Die letzteren sind am besten zuerst beim Schwein und Ochsen zu erforschen, wo Hülle und Inhalt sich leicht isoliren lassen und auch der Zusammenhang mit den Gefässen zu sehen ist. Um Zellen mit Blutkörperchen zu sehen, muss man Wasserzusatz vermeiden. Die Muskelfasern zeigen schön die feineren Balken des Ochsen, die Balken des Schweines und Hundes und ist auch hier Maceration in Salpetersäure von 20 p. Ct. zweckdienlich. Bei den Arterien und Capillaren sind Injectionen leicht zu machen, bei den Venen sehr schwer und beim Menschen noch verhältnissmässig am leichtesten. Die Nerven findet man leicht an der Arterie, die Lymphgefässe studire man beim Ochsen.

Literatur der Milz. *M. Malpighi, De liene,* in *Exercit. de visc. struct. Lond.* 1669; *J. Müller,* Ueber die Structur der eigenthümlichen Körperchen in der Milz einiger pflanzenfressenden Thiere, in Müller's Archiv 1834. Die erste gute anatomische Arbeit nach Malpighi; *T. C. H. Giesker,* Splenologie, I. anatomisch physiologische Untersuchungen über die Milz. Zürich 1835. (Sehr fleissige Abhandlung); *Schwager-Bardeleben, Observationes micr. de gland. ductu excretorio carentium structura. Berol.* 1841; *Th. v. Hessling,* Untersuchungen über die weissen Körper-

chen der menschlichen Milz. Regensburg 1842; *A. Kölliker*, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellschaft 1847, pg. 120; Ueber Blutkörperchen haltende Zellen, in Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. I. St. 261 und Bd. II. St. 115; Art. *Spleen*, in *Todd's Cyclopaedia of anatomy, Juni* 1849; *A. Ecker*, Ueber die Veränderungen, welche die Blutkörperchen in der Milz erleiden, in Zeitschr. für rat. Medicin, VI. 1847 und Art.: Blutgefässdrüsen, in R. Wagner's Handw. der Physiol. IV. 1. 1849; *J. Landis*, Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz. Zürich 1847; *Gerlach*, Ueber die Blutkörperchen haltenden Zellen der Milz, in Zeitschr. für rat. Medicin, VII. 1848. Gewebelehre St. 218; *R. Sanders*, *On the structure of the Spleen*, in *Goodsir's Annals of Anat. I.* 1850; *O. Funke, De sanguine venae lienalis. Lips.* 1851.

Von den Respirationsorganen.

§. 171.

Zu den Respirationsorganen zählt man gewöhnlich nur Kehlkopf, Trachea und Lungen, doch halte ich für das Passendste, zwei genetisch mit den nicht zur Entwicklung kommenden Respirationsorganen der Embryonen, d. h. den Kiemenbogen, verbundene Organe, die physiologisch vielleicht mit den Lungen zusammenhängen, hier zu beschreiben, nämlich die Schilddrüse und die Thymus.

Von den Lungen.

§. 172.

Die Lungen verhalten sich im Bau ganz ähnlich einer zusammengesetzt-traubigen Drüse und stellen mit ihren Lappen, Läppchen und Luftzellen das eigentliche Drüsenparenchym dar, während die Bronchien, die Trachea und der Kehlkopf die ausführenden Apparate sind. Eine Differenz von gewöhnlichen Drüsen liegt darin, dass, weil in den Lungen ein zwiefacher Process, eine Ausscheidung und eine Aufnahme von Stoffen statthat und derselbe die ganze Blutmasse betrifft, die Hohlräume bedeutend geräumiger sind und auch vermöge des eigenthümlichen Inhaltes derselben einen ganz besonderen festen und zugleich elastischen Bau erhalten haben.

§. 173.

Der Kehlkopf, *Larynx*, ist der zusammengesetzteste Theil der sogenannten Luftwege und besteht einmal aus einem festen Gerüste, den Kehlkopfsknorpeln sammt ihren Bändern, dann aus vielen kleinen an dieselben sich ansetzenden Muskeln, endlich aus einer drüsenreichen, das Innere derselben auskleidenden Schleimhaut.

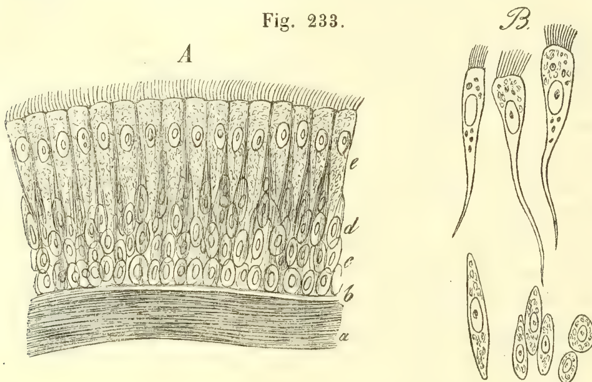
Die Knorpel des Kehlkopfes sind in ihrem Bau nicht alle gleich, indem die einen aus gewöhnlichem Knorpelgewebe, die andern aus Faserknorpel, noch andere aus sogenanntem Netzknorpel oder gelbem Knorpel bestehen. Zu den ersteren gehören der Schildknorpel, Ringknorpel und die Giessbeckenknorpel, welche alle eine mehr homogene, hyaline Grundsubstanz und in dieselbe eingestreute Knorpelzellen besitzen (Fig. 20), unter den andern wahren Knorpeln noch am meisten an die Rippenknorpel sich anschliessen und zu äusserst abgeplattete Zellen, dann eine weissliche Schicht mit vielen grossen Mutterzellen und mehr faseriger Grundmasse endlich im Innern mehr Grundsubstanz und kleinere radiär gestellte Höhlen enthalten. Die Membranen der Zellen sind verdickt und im Innern ist meist ein grosser Fetttropfen zu finden. Sehr häufig sind in den Kehlkopfsknorpeln Incrustationen der Knorpelzellen und der Grundsubstanz durch kleine Kalkkrümel, ausserdem finden sich aber auch wirkliche Ossificationen, die immer von der Bildung grosser, mit schönem, gallertartigem, gefässhaltigem Knorpelmark gefüllter Höhlen begleitet sind. — Die *Epiglottis*, die *Santorini*'schen und *Wrisberg*ischen Knorpel bestehen aus gelbem oder Netzknorpel (s. §. 22 Fig. 21) und zeigen dunkle, sehr dicht verfilzte Fasern, die bei Thieren (beim Ochsen z. B.) viel stärker sind als beim Menschen, und 0,01—0,02''' grosse helle Zellen, in denen *Henle* in einem Falle eine derartige concentrische Ablagerung sah, dass der Rest der Zellenhöhle einer einfacheren Knochenhöhle mit einigen wenigen Ausläufern ähnlich war *(Allg. Anat. Tab. V. Fig. 8)*. — Die *Cartilago triticea* besteht aus Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, ist mithin gewöhnlicher Faserknorpel.

Von den Bändern des Kehlkopfs erhalten die *Ligg. crico-thyreoideum medium* und *thyreo-arytaenoidea inferiora* vorwiegend elastisches Gewebe und sind gelb, während andere, wie die *thyreo-arytaenoidea superiora, hyo-* und *thyreo-epiglottica*, die *Membr. hyo-thyreoidea* wenigstens durch grossen Reichthum an solchen Elementen sich auszeichnen. Die elastischen Fasern der Kehlkopfbänder sind von der feineren Art, kaum über 0,001''', und vereinen sich in gewöhnlicher Weise zu einem sehr dichten elastischen Netzwerk, das jedoch überall, auch wo es scheinbar am reinsten ist, noch Bindegewebe beigemengt enthält. Die Muskeln des Kehlkopfs sind alle quergestreift mit Muskelfasern von 0,016 — 0,024''' und eben so gebaut, wie die des Rumpfes. Dieselben entspringen von den Knorpeln des Kehlkopfes und setzen sich an diese und auch an die elastischen Bänder derselben an, welches letztere beim *Thyreo-arytaenoideus* der Fall ist, der grösstentheils an der concaven Aussenseite der Stimmbänder sich verliert.

Die Schleimhaut des Kehlkopfes, die Fortsetzung der Rachen- und Mundhöhlenschleimhaut ist glatt, weissröthlich und durch gewöhnliches zum Theil reichliches submucöses Gewebe mit den unterliegenden Theilen verbunden. Mit Ausnahme des Kehlkopfeinganges hat dieselbe

nur ein Flimmerepithel und keine Papillen, ist reich an feineren elastischen Fasernetzen, namentlich in ihren tieferen Theilen, während die innerste Lage mit einer Mächtigkeit von 0,03—0,04''' vorzüglich aus Bindegewebe besteht, und mit einem nicht zu isolirenden homogenen Saume von etwa 0,004''' endet. Das Flimmerepithelium beginnt bei Erwachsenen an der Basis des Kehldeckels und über den oberen Stimmbändern, ist mehrschichtig (siehe §. 21. St. 42) im Ganzen 0,024—0,04''' dick und kleidet mit Ausnahme der Stimmbänder, die nach der Entdeckung von *H. Rheiner*, die ich bestätigen kann, ein geschichtetes Pflasterepithelium besitzen, den ganzen übrigen Kehlkopf aus. Die eigentlichen Flimmercylinder von 0,015—0,02''' Länge und 0,0025—0,004''' Breite im Mittel mit länglich runden Kernen von 0,003—0,0045''' und

Fig. 233.



hie und da einigen Fettkörnchen, sind meist stark zugespitzt, häufig auch in einen dünnen Faden auslaufend, der so lang werden kann, dass die ganze Zelle 0,024—0,027''' Länge erhält. Die Flimmerhärchen, Wimperhaare, *Cilia vibratilia*, sind feine, helle, weiche Fortsätze der Zellmembran von 0,0016—0,0022''' Länge, die mit etwas breiterer Basis aus derselben hervorgehen und zugespitzt enden. Meist stehen dieselben eines dicht neben dem andern über die ganze Endfläche der Zellen, nach *Valentin* im Mittel zu 10 bis 22, was mir eher zu wenig erscheint; seltener finden sie sich in geringerer Menge, ja selbst, wie angegeben wird, nur zu einem an einen Zelle. Man hat sich jedoch davor zu hüten, verklebte Wimperhaare für einfache zu halten, wie dies namentlich bei Embryonen begegnen könnte. — In chemischer Beziehung stimmen die Zellen des Flimmerepitheliums durchaus mit denen der Cylinderepithelien überein und beobachtet man namentlich auch an ihnen das Sichabheben der Zellmembran durch Zusatz von Wasser. Die Flimmern sind noch zarter als die Zellmembranen, fallen bei etwelcher Mace-

Fig. 233. Flimmerepithelium von der *Trachea* des Menschen, 350 mal vergr. *A*. Das Epithel *in situ*, *a*. äusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b*. homogene äusserste Lage der *Mucosa*, *c*. tiefste runde Zellen, *d*. mittlere längliche, *e*. äusserste Flimmern tragende. *B*. Isolirte Zellen aus den verschiedenen Lagen.

ration des Epithels sehr leicht ab und werden von fast allen Reagentien mehr oder weniger verändert und von vielen gleich zerstört, halten sich jedoch in Chromsäure ziemlich gut. Die Flimmerbewegung geht beim Menschen in der *Trachea* von unten nach oben und ist manchmal 52 ja selbst 56 und 78 Stunden nach dem Tode noch wahrzunehmen (*Biermer, Gosselin*). Von einer Desquamation zeigt sich normal an dem Flimmerepithel des Larynx und der Luftwege nichts. Es gehen wohl hie und da einzelne Flimmercylinder verloren und werden mit dem Schleim der Luftröhre nach aussen entleert, allein von einer ausgedehnteren Ablösung der flimmernden Zellen findet sich keine Spur. Selbst in Krankheiten der Respirationswege ist das Abfallen der Flimmerzellen keineswegs eine so gewöhnliche Erscheinung, wie Viele glauben und kann man häufig unter puriformem Schleim, selbst unter croupösen Exsudaten das Epithel noch mehr oder weniger unversehrt finden. Die Art, wie abgefallene Flimmercylinder ersetzt werden, ist wohl einfach die, dass die tieferen Zellen vielleicht durch Theilung (s. §. 12. St. 21) sich vermehren und nachrücken und die äussersten wieder Flimmerhärchen erzeugen.

Die Kehlkopfschleimhaut enthält eine bedeutende Zahl von kleinen Drüschen, die alle in die Kategorie der traubenförmigen gehören und wie die der Mundhöhle, des Pharynx etc. rundliche Drüsenbläschen von 0,03—0,04‴ mit einem Pflasterepithel und Ausführungsgänge mit Cylindern besitzen. Dieselben liegen theils zerstreut als kleine Drüschen von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{2}$‴ an der hintern Fläche des Kehldeckels, wo sie häufig in selbst durchgehende Vertiefungen des Knorpels eingebettet sind, und in der Höhle des Kehlkopfes selbst, wo ihre nadelstichgrossen Oeffnungen von Auge leicht zu sehen sind, theils finden sie sich am Eingange des Kehlkopfes vor den Giessbeckenknorpeln in einer grösseren Masse beisammen, welche mit einem horizontalen Schenkel den *Wrisberg*ischen Knorpel umhüllt, mit einem zweiten in die Höhle des Kehlkopfes hinabsteigt (*Glandulae arytaenoideae laterales*). Auch auf dem *Arytaenoideus transversus* liegen Drüschen, und eine bedeutende Masse derselben zeigt sich aussen an den *Morgagni*schen Ventrikeln, hinter und über den Taschenbändern. Das Secret dieser Drüsen ist, wie auch in der Mundhöhle, reiner Schleim ohne geformte Elemente.

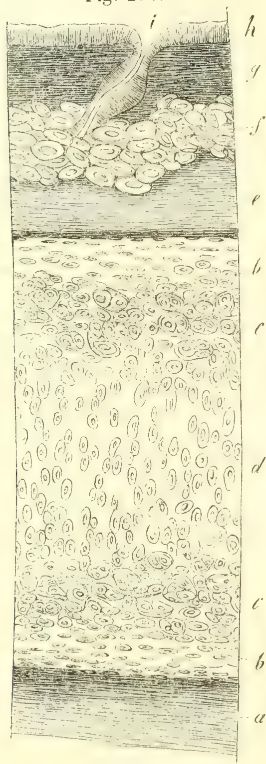
Der Kehlkopf ist reich an Gefässen und Nerven. Die ersteren zeigen in der *Mucosa* dasselbe Verhalten wie im Pharynx und bilden schliesslich mit Capillaren von 0,003—0,004‴ ein oberflächliches Netz. Die Saugadern sind zahlreich und gehen zu den tieferen Halsdrüsen. Von den Nerven wissen wir durch *Bidder-Volkmann*, dass der mehr sensible *Laryngeus superior* vorwiegend feine, der vorwiegend motorische *inferior* mehr dicke Nervenfasern führt. Ihre Endigungen finden sich in den Muskeln, dem *Perichondrium* und besonders in der Schleimhaut, verhalten sich in der letztern wie beim *Pharynx* (s. pg. 393) und besitzen an den Zweigen zum Kehldeckel auch mikroskopische Ganglien.

Die Drüsen des Kehlkopfs und der Luftwege überhaupt werden bei Catarrhen

häufig verändert, so dass ihre Bläschen bis 0,08 selbst 0,15‴ messen und mit kleinen rundlichen Zellen erfüllt sind, die wohl den auf Schleimhautoberflächen sich bildenden Schleimkörperchen sich vergleichen lassen.

§. 174.

Fig. 234.



Die Luftröhre und ihre Aeste verbinden sich durch ein an schönen elastischen Fasern reiches Bindegewebe mit den benachbarten Theilen und werden zunächst von einem derben, elastisch fibrösen Gewebe umgeben, das die Knorpelhalbringe als *Perichondrium* überzieht und untereinander verbindet und als eine etwas dünnere Lage die hintere häutige Wand der betreffenden Canäle bekleidet. Auf diese Lage folgen vorn und seitlich die Knorpel, hinten eine Lage glatter Muskeln. Die ersteren von $1/3$—$1/2$‴ Dicke verhalten sich ganz wie die grösseren Kehlkopfsknorpel, haben jedoch keine Neigung zur Ossification. Dagegen sind die Muskeln von der *Trachea* an nicht mehr quergestreift und bilden eine unvollständige, nur an der hintern Wand der Canäle zu findende 0,3‴ dicke Lage von Querfasern und einzelne an der äussern Seite derselben befindlichen Längsbündel, deren Elemente von 0,03‴ Länge und 0,002—0,004‴ Breite zu kleinen Bündeln vereint sind, die mit zierlichen kleinen Sehnen von elastischem Gewebe, theils von den innern Flächen der Enden der Knorpelhalbringe, theils, die longitudinalen Bündel nämlich, von der äussern Faserhaut entspringen (siehe meine *Mikr. Anat.* II. 2. Fig. 277).

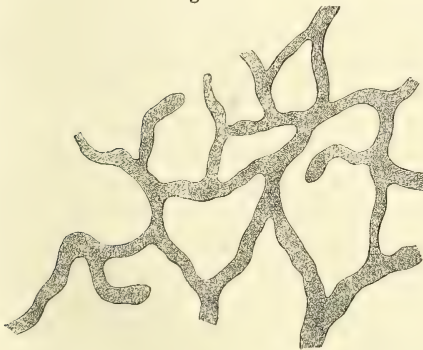
Nach innen von den Knorpeln und Muskeln, die gewissermaassen als Eine Lage zu betrachten sind, folgt eine etwa 0,12‴ starke Lage von mehr gewöhnlichem straffem Bindegewebe und dann die eigentliche Schleimhaut. Diese hat zwei Schichten, eine äussere bindegewebige, von 0,12‴ und eine innere gelbe von 0,09—0,1‴ fast rein elastische deren bis 0,0015‴ betragende netzförmig vereinte Fasern der Länge nach verlaufen und stellenweise, vor allem an der hinteren Wand, in starken, oft

Fig. 234. Senkrechter Schnitt durch die vordere Wand der *Trachea* des Menschen, 45mal vergr. *a.* Faserhülle, *bcd.* Knorpel, *b.* äussere Lage mit platten Zellen, *d.* innere Lage mit länglichen Elementen, *e.* submucöses Bindegewebe, *f.* Theil einer Schleimdrüse, *g.* elastische Längsfaserschicht, *h.* Epithel, an dem die Flimmern nicht sichtbar sind, *i.* Drüsenmündung.

unter spitzen Winkeln zusammenfliessenden platten Bündeln hervortreten. Der innerste Theil der elastischen Lage ist häufig, namentlich an der hinteren Wand, in einer Mächtigkeit von 0,024—0,03''', wie im Larynx mehr bindegewebig mit feinen elastischen Fäserchen, lässt sich auch als ein dünnes Häutchen von der stärkeren elastischen Schicht abziehen und hat zu innerst immer eine mehr homogene Lage von 0,005'''. Auf dieser sitzt das Flimmerepithelium, das geschichtet ist, und in Nichts von dem des Larynx abweicht. — In der Schleimhaut finden sich viele Drüsen und zwar kleinere von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{4}$''' besonders an der vorderen Wand in der Schleimhaut drin und unmittelbar nach aussen von der elastischen Lage und grössere von $\frac{1}{4}$—1''' mehr an der hinteren Wand nach aussen von den Muskeln und der ganzen Schleimhaut oder zwischen den Knorpeln. Im Bau weichen diese Drüsen nur insofern von denen des Larynx ab, als nur die grösseren derselben in den Drüsenbläschen das gewöhnliche Pflasterepithelium haben, die kleineren in der Schleimhaut selbst befindlichen dagegen, von denen einige höchst einfach, nur gabelig gespaltene Blindschläuche sind, in ihren 0,02—0,03''' grossen, länglichrunden Drüsenbläschen ein ganz enges Lumen und dicke Wände von 0,006—0,01''' besitzen, welche so zu sagen ganz auf Rechnung eines schönen Cylinderepithelium kommen.

Die Blutgefässe der *Trachea* sind sehr zahlreich und zeichnen sich in der Schleimhaut besonders dadurch aus, dass die grösseren Zweige besonders der Länge nach verlaufen, während das oberflächliche, häufig über den elastischen Elementen dicht unter der homogenen Schicht befindliche Capillarnetz mehr rundlicheckige Maschen bildet. Lymphgefässe besitzt die *Trachea* in grosser Menge und fand ich in einem Falle die Anfänge derselben in der Schleimhaut als weitmaschige Netze 0,003 — 0,001''' breiter zartwandiger Gefässe, von denen hie und da einzelne blinde Ausläufer ausgingen (Fig. 235). Auch Nerven hat die *Trachea* viele und verhalten sich dieselben wie im Larynx.

Fig. 235.



§. 175.

Lungen. Die Lungen sind zwei grosse zusammengesetzt traubige Drüsen, an denen 1) eine besondere seröse Hülle, die *Pleura*, 2) das secernirende Parenchym, bestehend aus den Verästelungen der zwei

Fig. 235. Anfänge der Lymphgefässe aus der Tracheaschleimhaut des Menschen, 350 mal vergr.

Bronchi mit ihren Endigungen, den Luftzellen, und vielen Gefässen und Nerven und 3) ein zwischen diesen Theilen befindliches und sie zu grösseren und kleineren Läppchen verbindendes interstitielles Gewebe zu unterscheiden sind.

Die Brustfelle, *Pleurae*, stimmen in ihrem Bau vollkommen mit dem *Peritonaeum* überein, sind wie diese in ihrem äussern Blatte dicker und bestehen aus einem mit feineren oder gröberen elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem Pflasterepithel, zu welchen Theilen an den Thoraxwänden, wie am äusseren Theile des Herzbeutels noch eine mehr rein faserige Lamelle kommt. Gefässe sieht man noch am reichlichsten in der *Pleura pulmonalis*, wo sie, von den *Arteriae bronchiales* und *pulmonales* abstammend, im subserösen Gewebe sich ausbreiten, wogegen die parietalen Lamellen spärlicher von den *Intercostales* und *Mammariae* aus versorgt werden. Nerven mit schmalen und breiten Röhren fand *Luschka* und verfolgte dieselben in dem äusseren Theile der Haut zum *Phrenicus* und dem Brusttheile des *Sympathicus*. Ich selbst sah beim Menschen auch in der *Pleura pulmonalis* im Begleit von Zweigen der Bronchialarterien Nerven bis zu 0,036''' Durchmesser, mit mittelfeinen und starken Nervenröhren und hie und da eingestreuten grossen Ganglienkugeln, die aus den *Plexus pulmonales* kamen und wohl besonders vom *Vagus* abgegeben wurden.

§. 176.

Luftgefässe und Luftzellen. Wenn der *Bronchus dexter* und *sinister* an die Lungenwurzel gelangt sind, so beginnen sie nach Art der Ausführungsgänge einer grösseren Drüse, z. B. der Leber, sich zu verästeln, indem sie meist dichotomisch und unter spitzen Winkeln in immer kleinere Zweige sich theilen, zugleich aber auch von den Seiten der grösseren und mittleren Aeste viele kleine Luftgefässe unter rechtem Winkel abgeben, die, wie die Enden der Hauptramification, büschelförmig sich zertheilen. So entsteht schliesslich ein äusserst reicher Baum von Luftgefässen, dessen feinste, nirgends anastomosirenden Enden durch die ganze Lunge sich erstrecken und überall an der Oberfläche wie im Innern zu finden sind. Mit denselben stehen dann die letzten Elemente der Luftwege, die Luftzellen oder Lungenbläschen *(Vesiculae s. cellulae aëreae s. Malpighianae, alveoli pulmonum Rossignol)*, in Verbindung, doch nicht so, wie man früher glaubte, dass jedes feinste Bronchialästchen terminal in ein einziges Bläschen ausgeht, sondern indem dieselben immer mit einer ganzen Gruppe von Bläschen sich vereinen. Diese Bläschengruppen entsprechen den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen und es ist daher nicht die geringste Nöthigung vorhanden, dieselben mit einem andern Namen zu bezeichnen, wie *Rossignol*, der sie *Infundibula* nennt, wenn auch zuzugeben ist, dass ihr Bau in Manchem eigenthümlich sich verhält. Während nämlich in andern

Fig. 236.



Drüsen die Drüsenbläschen, wenn sie auch nicht so isolirt für sich bestehen, wie man bisher angenommen hat, doch eine gewisse Selbständigkeit haben, sind die ihnen entsprechenden Elemente in den Lungen, die Luftzellen, in bedeutendem Grade untereinander verschmolzen, so dass alle einem Läppchen angehörigen Bläschen nicht in Abzweigungen des zu demselben tretenden feinsten Bronchialästchens, sondern in einen gemeinsamen Hohlraum einmünden, aus dem dann erst das Luftgefäss sich entwickelt. Von diesem Verhalten überzeugt man sich am leichtesten, wenn man an einer aufgeblasenen und getrockneten Lunge in verschiedener Richtung Durchschnitte sich bereitet, oder ein mit gefärbter Harzmasse injicirtes Präparat in Salzsäure corrodirt. An solchen Präparaten findet man nie endständige oder sonst gestielte und für sich ausmündende Luftzellen, vielmehr öffnen sich dieselben immer so ineinander und verschmelzen so, dass sie zusammen einen meist birnförmigen Schlauch mit buchtigen Wänden bilden. Diese Schläuche, die eben die feinsten Lungenläppchen oder die Trichter von *Rossignol* sind, hat man sich jedoch nicht so zu denken, als ob ein Sack an den Wänden mit dichtstehenden einfachen Zellen oder Alveolen besetzt wäre, vielmehr finden sich diese immer gruppenweise so gelagert, dass manche nicht direct in den grösseren Raum, sondern zuerst in andere Alveolen und erst durch diese ausmünden. Am besten wird man von dem ganzen Verhalten sich eine Anschauung verschaffen, wenn man sich jedes Lungenläppchen als eine Amphibienlunge im Kleinen denkt oder wenn man sich vorstellt. dass die Aussenseite der sich erweiternden Bronchienenden mit vielen traubenförmigen Bläschengruppen, deren Elemente alle ineinander und in das gemeinsame *Cavum* ausmünden, dicht besetzt sei. So aufgefasst, weicht dann der Bau der Lunge nicht im geringsten erheblich von dem anderer traubenförmiger Drüsen mehr ab, nur dass in ihr, wenigstens beim Erwachsenen, eine theilweise Verschmelzung der Drüsenbläschen oder Luftzellen eines Läppchens stattgefunden zu haben scheint, indem man, wie *Adriani* mit Recht meldet, die Scheidewände zwischen denselben hie und da durchbrochen und auf isolirte Balken reducirt findet. Die aus den feinsten Läppchen durch einfache Verschmälerung hervorgehenden kleinsten Luftgefässe von 0,1 — 0,16‴ sind anfangs noch von einfachen Luftzellen, welche man parietale nennen kann, besetzt und

Fig. 236. Zwei kleine Lungenläppchen *aa*. mit den Luftzellen *bb*. und den feinsten Bronchialästen *cc*, an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen 25 mal vergr. Halb schematische Figur.

haben daher zuerst buchtige Wände, die aber bald sich verlieren und dem gewöhnlichen glatten Aussehen derselben Platz machen, das dann auch weiterhin bleibt. — Die Grösse der Luftzellen variirt sehr bedeutend selbst in einer gesunden Lunge und beträgt im Tode beim Mangel jeder Ausdehnung durch Luft $1/6$, $1/10$—$1/18'''$. Vermöge seiner Elasticität ist aber jedes Luftbläschen im Stande, sich um das Doppelte und Dreifache zu erweitern, ohne zu reissen und nachher wiederum in seinen früheren Zustand zurückzukehren. Man wird nicht irren, wenn man annimmt, dass im Leben, bei mittlerer Füllung der Lunge, die Luftbläschen mindestens um $1/3$ weiter sind, als wir sie im Tode finden und dass bei möglichst tiefer Inspiration die Ausdehnung vielleicht das Doppelt davon erreicht. Im Emphysem sind solche Erweiterungen und noch viel bedeutendere permanent und führen auch schliesslich zum Zerreissen der Wände der einem Läppchen angehörenden Alveolen, ja selbst zum Zusammenfliessen der Läppchen selbst. — Die Form der Alveolen ist an einer frischen zusammengefallenen Lunge meist rundlich oder länglichrund, an einer aufgeblasenen oder injicirten, in Folge der gegenseitigen Abplattung rundlich-eckig; ohne Ausnahme polygonal sind die Luftzellen der Lungenoberfläche, die auch immer nahezu ebene Aussenseiten haben.

Der gelappte Bau der Lunge ist beim Erwachsenen lange nicht so deutlich wie bei jüngeren Individuen und bei Thieren. Es ist daher anzurathen, zuerst eine Kinderlunge auf diese Verhältnisse zu untersuchen. Hier findet man die einzelnen Läppchen noch alle deutlich durch Bindegewebe von einander getrennt und isolirbar und ist so im Stande, sich von der ziemlich regelmässig pyramidalen Form der oberflächlichen unter denselben und der mehr unregelmässigen der innern zu überzeugen. Beim Erwachsenen sind diese feinsten Läppchen, deren Grösse $1/4$, $1/2$—$1'''$ beträgt, auch noch vorhanden, aber so innig verschmolzen, dass man selbst an der Oberfläche der Lungen ihre Umrisse nur mit Mühe und unvollständig erkennt und im Innern des Organes mehr ein gleichartiges Gefüge etwa wie in der Leber, vor sich zu haben glaubt. Dagegen sind secundäre Läppchen von $1/4$—$1/2$—$1''$ (Läppchen der Autoren) auch beim Erwachsenen meist deutlich, um so eher, weil hier ihre Grenzen meist durch Pigmentstreifen bezeichnet sind, die mit der Zeit in das sie zusammenhaltende interlobuläre Bindegewebe sich abgesetzt

Fig. 237.

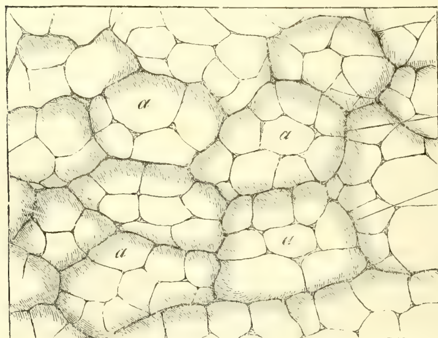


Fig. 237. Aeussere Oberfläche der Lunge einer Kuh, deren Luftzellen mit Wachs injicirt wurden, 30 mal vergr., nach *Harting* *aaa*. Luftzellen. *bb*. Grenze der kleinsten Läppchen oder *Infundibula* *(Rossignol)*.

haben, und diese vereinen sich dann schliesslich durch ein reichlicheres interstitielles Gewebe zu den grossen bekannten Lappen. So besteht die Lunge durch und durch aus grösseren und kleineren Abtheilungen von Luftzellen und kleinsten Bronchien, und darnach zerfallen dann auch die grösseren Luftgefässe in gewisse bestimmte Gruppen, von denen jede nur mit einer der ersteren in Verbindung steht.

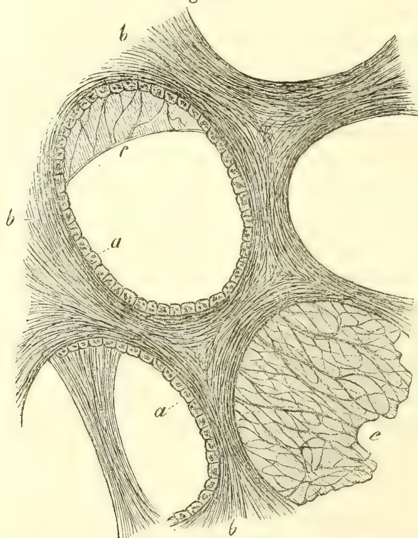
§. 177.

Der feinere Bau der Bronchien und Luftzellen ist folgender. Die Bronchien sind im Allgemeinen wie die Luftröhre und ihre Aeste zusammengesetzt, jedoch ergeben sich schon von Anfang an einige Verschiedenheiten, die im weiteren Verlauf immer mehr zunehmen. Am füglichsten unterscheidet man an ihnen zwei Häute, eine Faserhaut, zum Theil noch mit Knorpeln und eine Schleimhaut mit einer glatten Muskellage. Die erstere, aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen gebildet, ist anfangs noch stark wie an den Bronchi, verfeinert sich aber nach und nach immer mehr, ist an Bronchien unter $\frac{1}{2}'''$ kaum noch mit dem Messer nachzuweisen und fliesst endlich an den Endigungen derselben mit der Schleimhaut und dem lockeren Bindegewebe, das die Bronchien mit dem Lungenparenchym vereint, in eines zusammen. In dieser Hülle sitzen die Knorpel der Bronchien, die hier statt Halbringen unregelmässige, auf den ganzen Umfang der Röhren vertheilte eckige Plättchen sind, die, anfangs noch gross und dicht stehend, bald weiter auseinander an die Abgangsstellen von Aesten rücken und immer kleiner werden, bis sie schliesslich an Bronchien unter $\frac{1}{2}'''$ in der Regel sich verlieren (*Gerlach* will sie noch an solchen von $\frac{1}{10}'''$ gesehen haben). Der Bau dieser nicht selten röthlichen Knorpel ist anfangs genau der, wie an den Trachealringen, an den kleineren und kleinsten verschwinden die Differenzen zwischen oberflächlichen und tieferen Zellen und wird das Gewebe durch und durch gleichartig, mehr so wie das Innere an den grösseren Knorpeln. Die Muskeln treten von den grössten Bronchien an als ringsherumgehende platte Bündel auf, die, mit Ausnahme von ganz alten Leuten, wo grössere und kleinere Zwischenräume zwischen denselben sich befinden, auch eine ganz vollständige Lage bilden und da sie noch an Aestchen von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{12}'''$ beobachtet wurden, wahrscheinlich bis an die Lungenläppchen sich finden. Mit den Muskeln innig verbunden ist die Schleimhaut, die anfänglich noch dieselbe Dicke hat wie in der *Trachea*, allmälig aber sich verfeinert, so dass Bronchien unter $\frac{1}{2}'''$ nur noch eine ganz dünne Gesammtwand haben. Dieselbe besteht überall äusserlich aus elastischen Längsfasern, deren Bündel der innern Fläche der Bronchien das characteristische, längsstreifige Ansehen geben und auch eine mehr oder minder deutliche Längsfaltung der Schleimhaut bedingen, zweitens aus einer homogenen Schicht von 0,002—0,003''', und drittens dem Flimmerepithelium, das in grösseren Bronchien bis zu solchen von 1''' noch deutlich mehrschichtig ist, nach und nach aber bis einer einzi-

gen Schicht von Flimmerzellen von 0,006''' Länge sich reducirt (Fig. 16). — Die Bronchien haben anfänglich auch noch und zwar zahlreiche traubenförmige Drüsen, die jedoch an Canälen von 1—1½''' sich verlieren.

An den Lungenbläschen kann ich nur noch zwei Lagen annehmen und zwar eine Faserhaut und ein Epithel. Die erste ist offenbar die sehr verfeinerte Schleimhaut und Faserlage der Bronchien, ermangelt der glatten Muskeln ganz und besteht aus einer homogenen bindegewebigen Grundlage sammt elastischen Fasern und vielen Gefässen. Die elastischen Fasern von 0,0005—0,002''' treten vor Allem in Form einzelner Balken und Streifen auf, welche besonders an den Kanten der im ausgedehnten Zustande abgeplatteten Luftzellen, sowie um die Mündungen derselben herum verlaufen, von allen Seiten mit einander anastomosiren und so einen festeren Rahmen bilden, zwischen den die weicheren, die Blutgefässe tragenden, mehr bindegewebigen Theile der Luftalveolen ausgespannt sind. Der Bau dieser elastischen Balken, die da, wo die Lungenbläschen zusammenstossen, gegenseitig verschmelzen, so dass die Grenzen der einzelnen Bläschen meist nicht zu erkennen sind, ist fast überall der eines möglichst dichten elastischen Netzes, dessen Maschenräume nur noch als ganz enge Spalten erscheinen, doch sind hie und da die Fasern auch lockerer vereint, so dass man deutlich erkennt, dass man gewöhnliche elastische Elemente vor sich hat. Auch gehen von den Balken aus überall spärlichere, zum Theil sehr feine elastische Fasern in die übrigen Wände der Lungenbläschen hinein und vereinen sich in denselben zu einem weiten Netz. — Das Bindegewebe der Luftzellen, das als ganz homogenes erscheint, tritt vor der Menge elastischer Elemente und Gefässe ganz zurück und kommt so zu sagen nur in den Wänden der Alveolen zwischen den elastischen Balken als Verbindungssubstanz der zahlreichen Capillaren zum Vorschein.

Fig. 238.



Das Epithelium der Lungenbläschen ist ein gewöhnliches Pflasterepithelium ohne Wimpern, das mit polygonalen, blasskörnigen, in pa-

Fig. 238. Ein Lungenbläschen des Menschen mit den angrenzenden Theilen, 350 mal vergr. *a*. Epithel. *b*. Elastische Balken. *c*. Zartere Wände zwischen den Balken mit feineren elastischen Fasern.

thologischen Fällen fetthaltigen Zellen von 0,005 — 0,007‴ Durchmesser und 0,003—0,004‴ Dicke in einfacher Lage unmittelbar auf der Faserhaut der Luftbläschen aufsitzt. Eine regelmässige Ablösung dieses Epithels ist so wenig als bei dem der *Trachea* und der Bronchien anzunehmen, dagegen können allerdings mehr zufällig oder dann in Krankheiten der Luftwege einzelne Elemente desselben dem Bronchialschleime sich beimengen. Beim Menschen fallen diese Zellen ungemein leicht ab und liegen dann frei in den Luftbläschen und feinsten Bronchien, doch kann man fast in jeder Lunge, wenigstens in einzelnen Alveolen, dieselben noch *in situ* sehen und bei eben getödteten Thieren bietet die Beobachtung der Lagerung derselben nicht die geringsten Schwierigkeiten dar.

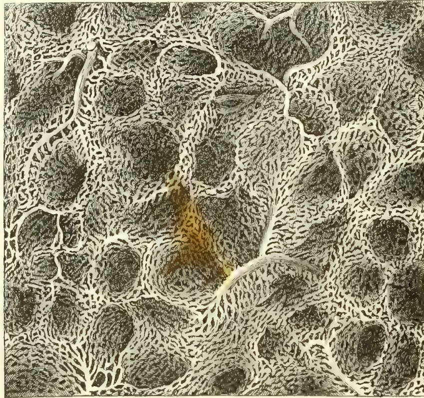
Das interlobuläre Bindegewebe der Lunge, das selbst zwischen den secundären Läppchen spärlich und zwischen den primären in verschwindend geringer Menge enthalten ist, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und enthält beim Erwachsenen eine grössere oder geringere Menge schwärzlichen Pigments in Form von unregelmässigen kleinen Körnern und Körnerhaufen, auch von Krystallen, welche so zu sagen nie in Zellen eingeschlossen sind. Auch die Wandungen der Alveolen selbst enthalten sehr häufig dieses Pigment, das, wenn es in geringer Menge und regelmässig abgelagert ist, die Contouren der secundären Läppchen sehr schön und nicht selten auch die der primären theilweise hervortreten lässt.

§. 178.

Gefässe und Nerven der Lungen. Die Lungen stehen durch ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie zwei grösstentheils gesonderte vollständige Gefässsysteme haben, das der Bronchialgefässe zur Ernährung gewisser ihrer Theile und das der Lungengefässe zur Vollziehung ihrer eigenthümlichen Function. Die Aeste der *Arteria pulmonalis* folgen so ziemlich den meist unter und hinter ihnen liegenden Bronchien, mit dem Unterschiede, dass sie häufiger dichotomisch sich spalten und daher schneller an Durchmesser abnehmen. Schliesslich gelangt zu jedem secundären Lungenläppchen ein Zweig, der dann, im Allgemeinen entsprechend der Zahl der kleinsten Läppchen, in noch feinere Zweige sich spaltet und die einzelnen Luftbläschen versieht. Der Verlauf dieser feinsten Lobulararterien, wie man sie nennen kann, ist an injicirten aufgeblasenen und getrockneten Präparaten sehr leicht zu verfolgen, und ergibt sich, dass dieselben, indem sie zwischen dem die Läppchen *(Infundibula)* vereinenden Gewebe hinziehen, nicht nur Ein Läppchen, sondern immer zwei oder selbst drei derselben mit feineren Zweigen versehen. Diese dringen von aussen an und zwischen die Luftbläschen, theilen sich, indem sie in den stärkeren elastischen Balken derselben verlaufen, noch mehrfach, anastomosiren auch hie und da jedoch nicht regelmässig untereinander oder mit Zweigen anderer Lobulararterien, und lösen sich zuletzt in das Capillarnetz der Lungenbläschen auf. Dieses ist

eines der engsten Netze, die es nur gibt, beim Menschen, nach einem feuchten Präparate bestimmt, mit rundlichen oder länglichrunden Maschen von 0,002—0,008''' und Gefässchen von 0,003—0,005''', das in der Wand der Lungenbläschen ungefähr 0,001''' vom Epithelium entfernt mitten durch das Fasergewebe derselben verläuft und nicht nur über alle Alveolen eines kleinsten Läppchens continuirlich sich erstreckt, sondern auch, wenigstens bei Erwachsenen, theilweise mit denen benachbarter Läppchen im Zusammenhang steht. Die Lungenvenen entstehen aus dem eben erwähnten Capillarnetz mit Wurzeln, die oberflächlicher als die Arterien mehr äusserlich an den kleinsten Läppchen liegen, dann zwischen denselben in die Tiefe verlaufen und mit anderen Lobularvenen zu grösseren Stämmchen sich vereinen, die zum Theil mit den Arterien und Bronchien, zum Theil mehr isolirt für sich durch das Lungenparenchym ziehen.

Fig. 239.



Die Ausbreitung der Bronchialarterien ist in den grösseren Bronchien, deren Gefässe wie in der *Trachea* sich verhalten, dann an den Lungenvenen und Arterien, von denen namentlich die letzteren ein äusserst reichliches Gefässnetz besitzen, das bis zu Aestchen von $\frac{1}{3}'''$ und darunter sich verfolgen lässt, endlich in der *Pleura pulmonalis*, für die die Aestchen zum Theil schon am *Hilus* und in den Einschnitten zwischen den Hauptlappen abgehen, zum Theil auch von den die Bronchien begleitenden Gefässen aus zwischen den secundären Läppchen hervorkommen. Uebrigens gehen auch an den Lungenbändern kleine Gefässe zur *Pleura*, die nicht von den *Art. bronchiales* herkommen.

Die Lymphgefässe der Lunge sind sehr zahlreich. Die oberflächlichen verlaufen im subserösen Bindegewebe in den Zwischenräumen der grösseren und kleineren Läppchen und bilden ein oberflächliches feineres und ein tieferes gröberes winkliges Netz, das die gesammte Lungenoberfläche überzieht und einerseits durch besondere oberflächliche, mit den Blutgefässen der Pleura verlaufenden Stämmchen nach der Lungenwurzel sich entleert, andrerseits durch viele zwischen den Läppchen in die Tiefe tretende Stämmchen in die tieferen Gefässe einmündet. Diese entstehen von den Wänden der Bronchien und Blutgefässe, namentlich denen der *Arteriae pulmonales*, und verlaufen mit diesen Canälen durch die Lungensubstanz und durch einige kleine Lymphdrüsen, *Glandulae pulmonales*,

Fig. 239. Capillarnetz der Lungenbläschen des Menschen, 60 mal vergr.

nach der Lungenwurzel, um sich schliesslich mit den grösseren *Gl. bronchiales* in Verbindung zu setzen.

Die Nerven der Lungen stammen vom *Vagus* und *Sympathicus*, bilden den schwächeren *Plexus pulmonalis anterior* und den stärkeren *Pl. posterior* und verbreiten sich vorzüglich mit den Bronchien und der *Arteria pulmonalis*, begleiten aber auch hie und da die Lungenvenen und die *Vasa bronchialia*. Dieselben sind auch im Innern der Lunge mit mikroskopischen Ganglien versehen und lassen sich bis nahe an die Enden der Bronchien verfolgen.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass ausser den Luftbläschen auch noch einige andere Theile der Lunge von den *Vasa pulmonalia* versorgt werden und zwar die Lungenoberfläche und die feineren Bronchien. Erstere anlangend, so sieht man schon an nicht injicirten Lungen an verschiedenen Orten kleine Aestchen der *Art. pulmonalis* an die Oberfläche der Lungen treten und unter der *Pleura* sich verästeln. Schon Reisseisen (pg. 17) beschreibt diese Gefässe und bildet sie recht hübsch ab (Tab. IV. V.) und neulich hat Adriani dieselben an injicirten Lungen verfolgt und gibt an, dass sie stark gewunden und häufig anastomosirend dahinziehen, jedoch bedeutend dicker sind und weitere Netze bilden, als die der Alveolen. Das Blut dieser Netze wird einerseits durch oberflächliche Wurzeln der Lungenvenen, andrerseits durch Anastomosen mit der Ausbreitung der *Vasa bronchialia* in der *Pleura pulmonalis* abgeführt. Dass die Lungenarterie auch die Bronchien zum Theil versieht, hat schon Arnold (*Anat.* II. 171) angegeben und Adriani verdanken wir genauere Aufschlüsse über diesen interessanten Gegenstand. Nach demselben betheiligen sich an der Bildung des Capillarnetzes an der Oberfläche der Bronchien, das durch die langgestreckte Form seiner Maschen sich auszeichnet und fast so enge Gefässe hat wie die Luftzellen (beim Menschen von 0,004 — 0,006'''), vorzüglich die Lungenarterie und Lungenvene, während die Bronchialgefässe besonders die Muskelhaut und Faserhaut dieser Canäle versorgen. Begreiflicherweise stehen auch hier die zwei Gefässsysteme in einer gewissen Verbindung und es haben daher die Aelteren, wie *Haller*, *Sömmerring* und *Reisseisen*, die von einer Verbindung der beiderlei Gefässsysteme der Lunge reden, ganz Recht. Nach *Adriani* und *Rossignol* lassen sich von den *Venae pulmonales* aus die *Arteriae* und *Venae bronchiales* und von den Bronchialarterien umgekehrt die Lungenvenen injiciren, nicht aber von den Lungenarterien aus die Bronchialgefässe.

Gestützt auf diese Thatsachen wird man auch den feinsten Bronchien eine Betheiligung am Gasaustausch zuschreiben dürfen, jedoch wegen der schon etwas grösseren Dicke ihres Epithels und dem etwas weiteren Capillarnetz eine geringere als den Lungenbläschen. — Hier kann auch noch an die Erweiterung der Bronchialarterien und Ausdehnung ihres Verbreitungsbezirkes bei Störung der Circulation in der Lungenarterie erinnert werden (vergl. Virchow in seinem *Archiv* III. 3. S. 456), in welchen Fällen die Bronchialarterien manchmal Aeste der Lungenarterien ganz ersetzen und zu respiratorischen Gefässen werden, Verhältnisse, die aus dem Vorkommen zahlreicher normaler Anastomosen zwischen den beiderlei Gefässsystemen nicht unschwer sich erklären.

§. 179.

Entwicklung der Lungen. Die Lungen erscheinen bei Säugethieren etwas nach der Leber, als zwei hohle dicht beisammensitzende und bald mit einem gemeinschaftlichen Stiel, der Anlage von *Larynx* und *Trachea* versehene Ausstülpungen der vorderen Schlundwand, an deren

Zusammensetzung das Epithelialrohr und die Faserhaut des Darmes in gleicher Weise sich betheiligen. In weiterer Entwicklung sprosst aus den Enden der beiden ursprünglichen Ausstülpungen ein immer reicherer Baum von Ausläufern hervor, die ganz verschieden von dem was bei den meisten andern Drüsen zu beobachten ist, von ihrer ersten Bildung an immer hohl sind und im 6. Monate aus ihren stets kolbig erweiterten Enden die Lungenbläschen entwickeln. Bei diesem Wachsthum der Drüsenelemente dehnt sich die innere Epitheliallage durch selbständige Vermehrung (wahrscheinlich durch Theilung) ihrer cylindrischen Zellen aus, während zugleich die sie umgebende Faserlage ebenfalls für sich fortwuchert und zuletzt zu den Faserhäuten der Bronchien und Luftbläschen sammt den Gefässen und Nerven sich gestaltet. — Im 2. Monate sind bei menschlichen Embryonen die grossen Lungenlappen schon gebildet und daneben noch kleinere Abschnitte von 0,16‴ von den erweiterten Enden der schon bedeutend ramificirten Bronchien herrührend zu erkennen. Im weitern Verlauf werden mit der Vermehrung der Bronchialverästelung diese Drüsenkörner, wie ich sie nannte, immer zahlreicher und schliesslich treten dieselben im 5. Monate auch zu kleineren Läppchen von 0,24—0,48‴ zusammen, von denen wahrscheinlich jedes aus einem Drüsenkorn oder Bronchialende des 2. Monates hervorgegangen ist. Die 0,08—0,12‴ grossen Drüsenkörner dieser den secundären Lappen der spätern Lunge entsprechenden Läppchen gestalten sich dann schliesslich jedes durch noch weitere Sprossenbildung zu einem primären Läppchen, welche mit Lungenbläschen von 0,025—0,03‴ im 6. Monate zuerst deutlich sichtbar werden, jedoch bis zur Geburt noch beständig neue Alveolen ansetzen (siehe meine *Mikr. Anat.* II. 2. pg. 323). Bei Neugebornen messen die secundären Läppchen 2, 3—4‴ und die Alveolen vor der Füllung mit Luft 0,03‴, nach dem ersten Athmen 0,03—0,04—0,06‴; die letztern scheinen schon in derselben Zahl vorhanden zu sein wie bei Erwachsenen und die weitere Vergrösserung der Lungen nur durch Ausdehnung aller Theile vor sich zu gehen.

Die Untersuchung der Lungen bietet eigentlich nur in Einem Punkte Schwierigkeiten dar, nämlich wenn es sich um das Verhältniss der Lungenzellen zu den Bronchialenden handelt, hier sind dieselben aber auch ganz bedeutend. An frischen Präparaten sieht man, dass die Lungenzellen vielfach communiciren und auf jeden Fall nicht nur endständig an den Bronchienenden sitzen. Will man das Verhältniss ganz erforschen, so sind aufgeblasene und getrocknete Lungen (es ist besser, an einer aufgeblasenen Lunge ein Ende abzuschnüren und für sich zu trocknen) oder Corrosionspräparate oder mit ungefärbter Masse (Wachs und Terpentin) injicirte Lungen am zweckmässigsten und wird man an diesen nach einer Reihe von Untersuchungen zu einem bestimmten Ziele kommen. Vor der Injection der Bronchien muss man die Luft durch die Luftpumpe ausziehen, wozu man auch, jedoch weniger passend, eine gut schliessende Spritze verwenden kann. Die Injection der Blutgefässe gelingt leicht und sind feucht aufbewahrte, theils mit undurchsichtiger Masse, theils, nach dem Vorgange von *Schröder* und *Harting*, mit durchsichtigen Substanzen (Berlinerblau z. B.) injicirte Präparate getrockneten vorzuziehen. — Die Lungenbläschen und Bronchien, der *Larynx* und die *Trachea* sind leicht zu erforschen. Epithelien der

Lungenbläschen erhält man bei jedem Schnitte durch die Lunge in Menge isolirt, ebenso Flimmerzellen. Will man die Alveolen studiren, so hat man vorher die Luft sorgfältig zu entfernen. Am schönsten sind dieselben beim Menschen, bei dem auch die übrigen Theile alle, wie Knorpel, elastische Elemente, Muskeln, Drüsen, leicht zugängig sind.

Literatur der Lungen. *M. Malpighi, De pulmonibus epistolae II ad Borellum. Bonon.* 1661; *F. D. Reisseisen*, Ueber den Bau der Lungen, eine gekrönte Preisschrift, Berlin 1822; *J. Moleschott, De Malpighianis pulmonum vesiculis, Heidelb.* 1845, *Diss.* und: Ueber die letzten Endigungen der feinsten Bronchien in den holländischen Beiträgen, I. St. 7; *Rossignol, Recherches sur la structure intime du poumon, Brux.* 1846; *A. Adriani, De subtiliori pulmonum structura. Trajecti ad Rhen.* 1847, *Diss.*; *H. Cramer, De penitiori pulmonum hominis structura, Berol.* 1847, *Diss.*; *Köstlin*, Zur normalen und patholog. Anatomie der Lungen, in Gries. Archiv 1848, Heft IV. pg. 292 und 1849, Heft II. pg. 167; *E. Schultz, Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum, c. tab. Dorpati Liv.* 1850, *Diss.*

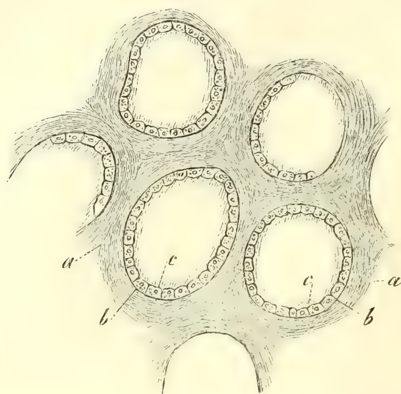
Von der Schilddrüse.

§. 180.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea*, ist eine sogenannte Drüse ohne Ausführungsgang, die in ihrer äusseren Erscheinung in Manchem an die traubenförmigen Drüsen erinnert, indem ihre $\frac{1}{50}$—$\frac{1}{20}'''$ grossen runden geschlossenen Drüsenbläschen durch ein faseriges *Stroma* zu rundlichen oder länglichen, oft leicht polygonalen Läppchen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}'''$ Grösse, den Drüsenkörnern der Autoren zusammengefasst werden und diese wiederum zu grösseren, jedoch nicht vollständig getrennten Lappen sich vereinen, aus denen dann die Hauptabtheilungen des Organes hervorgehen, welche ebenfalls besondere und zwar stärkere Hüllen haben, mit denen zuletzt eine das ganze Organ umschliessende Faserhaut zusammenhängt.

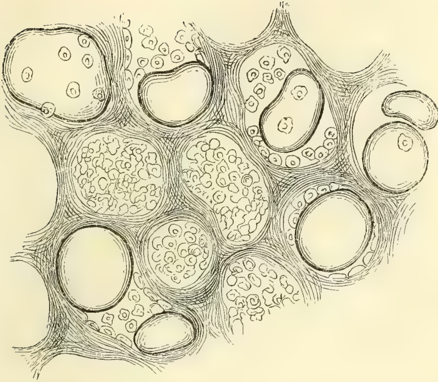
§. 181.

Bezüglich auf den feineren Bau, so ist von dem Fasergewebe oder dem *Stroma* der Schilddrüse nicht viel zu sagen, indem dasselbe aus gewöhnlichen sich durchflechtenden Bindegewebsbündeln untermengt mit feinen elastischen Fasern besteht und an der Oberfläche auch eine gewisse Menge von Fettzellen enthält. Die Drüsenbläschen selbst verhalten sich in Bezug auf ihre Zusammensetzung beim Menschen so verschiedenartig, dass es nicht leicht ist zu sagen, was eigentlich das Normale ist. Nach dem, was ich gesehen und auch bei Thieren beobachtet habe, muss ich mich dahin aussprechen, dass dieselben analog den wirklichen Drüsenbläschen, z. B. der Schleimdrüsen, aus einer *Membrana propria*, einem Epithel und einem flüssigen Inhalt bestehen. Die Membran ist ganz homogen, hell und zart, von 0,0008''' und tritt, wie alle



solchen Häute, durch caustische Alkalien, in denen sie aufquillt, deutlicher hervor. An ihrer inneren Seite sitzt in einfacher Schicht ein Epithel aus polygonalen, feinkörnigen, hellen Zellen von 0,004 — 0,006‴ mit einfachen Kernen, während der von diesen Zellen umgebene Hohlraum von einer klaren, leicht ins Gelbliche spielenden und etwas zähen Flüssigkeit erfüllt wird, deren Verhalten gegen Alcohol und Salpetersäure und beim Kochen der Drüse die Gegenwart von viel Eiweiss klar darthut. So sieht man den Inhalt bei gesunden Schilddrüsen des Menschen, namentlich auch bei Kindern, ist jedoch das Organ nur etwas verändert, so treten in manchen Beziehungen andere Verhältnisse auf. Sehr häufig findet man statt eines regelmässigen Epithels nichts als eine mit kleinen helleren oder dunkleren Körnchen und freien Kernen gemengte Flüssigkeit, doch weiss ich nicht, ob diese Beschaffenheit des Inhaltes nicht eher als erst im Tode entstanden, denn als abnorm anzusehen ist. Man trifft nämlich so häufig in der granulirten Flüssigkeit eine grössere oder geringere Zahl derselben Zellen, die sonst als Epithelium sich finden, oft erblasst und wie halb in Auflösung begriffen, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, dass es sich in diesen Fällen nur um eine der beim Menschen so häufig zu beobachtenden Zersetzungen der Theile nach dem Tode handle. Dagegen kann die pathologische Natur der unter dem Namen Colloid bekannten Veränderung der Schilddrüse und ihrer Blasen nicht bezweifelt werden, wenn auch dieselbe in gewissen geringeren Graden so häufig ist, dass manche Autoren sie zu den physiologischen Vorkommnissen zählen. Bei dieser Degeneration entwickelt sich in den zugleich sich vergrössernden Drüsenblasen die auch anderwärts vorkommende colloide Substanz in durchsichtigen amorphen, leicht gelblichen, festweichen Massen, welche dieselben mehr oder weniger erfüllen. Bei den geringeren Graden dieser Veränderung sind die Bläschen nur wenig vergrössert, bis 0,05‴, auf Durchschnitten wie durchsichtige, gelbweisse Flecken oder Körner erscheinend, die *Ecker* passend mit gekochten Sagokörnern vergleicht, und sonst von gewöhnlichem Bau. In höheren Graden wandeln sich die colloidhaltigen Bläschen in grössere Cysten von $^1/_{10}$ — $^1/_2$‴ um, in denen das Epithel selten mehr deutlich ist, wohl aber neben dem abnormen

Fig. 240. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250 mal vergr. *a*. Bindegewebe zwischen denselben. *b*. Membran der Drüsenblasen. *c*. Epithel derselben.



Inhalt noch rundliche blasse, mit Colloid gefüllte oder granulirte Zellen und Kerne sich finden können; diese Cysten verdrängen das *Stroma* und fliessen endlich unter theilweiser Resorption der Wandungen in noch grössere sinuöse Cavitäten zusammen, deren Inhalt dann häufig noch durch Extravasate und ihre Metamorphosen verschiedentlich verändert wird. — Auch bei Säugethieren und Vögeln enthält die *Thyreoidea* hie und da von Colloid leicht ausgedehnte Drüsenblasen.

Die Blutgefässe der Schilddrüse sind bekanntermaassen unverhältnissmässig zahlreich, zeigen jedoch in ihren gröberen Verästelungen nichts Bemerkenswerthes. Jedes Drüsenläppchen bekommt einige kleinere Arterien, die in untergeordnete Zweige sich auflösend im *Stroma* zwischen den Drüsenbläschen sich verbreiten und schliesslich um jedes derselben herum ein zierliches Capillarnetz, ähnlich dem der Lungenbläschen, nur weitmaschiger, mit rundlicheckigen und länglichen Maschen von 0,008—0,016‴ und Gefässen von 0,003—0,005‴ bilden, aus dem dann die Venen hervorgehen, die im weiteren Verlauf nur zum Theil an die Arterien sich halten und an Menge dieselben noch übertreffen. Auch Saugadern kommen in beträchtlicher Zahl von der Schilddrüse, doch ist ihr Verhalten im Innern unbekannt. Die spärlichen Nerven endlich sind nur Gefässnerven und stammen vom Halstheile des *Sympathicus*.

Ecker theilt die *Struma*, die bei weitem häufigste Degeneration der *Thyreoidea* in eine *vasculosa* und *glandulosa*. In der letzteren gehen die oben schon geschilderten Veränderungen der Drüsenbläschen vor sich, während im Gefässkropf, den *Rokitansky* nicht als besondere Form ansieht, ausser einem hyperämischen Zustand viele aneurysmatische Erweiterungen kleiner Gefässe meist von 0,030—0,040‴, die *Ecker* für Arterien und gröbere Capillaren hält, gefunden werden. Durch das Bersten solcher Erweiterungen entstehen dann apoplektische Cysten verschiedener Grösse, die sich auf das mannigfachste verändern können, indem das Blut diese oder jene Veränderungen eingeht, neue Ergüsse und auch Exsudationen dazu kommen, auch normales Gewebe in sie hineingezogen wird. Sehr häufig fand auch *Ecker* beim Gefässkropf eine Verkalkung der Gefässe, in der Weise, dass in die Wände der kleineren und kleinsten, erweiterten oder normalen Gefässe viele Kalkkörnchen eingesprengt waren, so dass sie ganz weiss erschienen, und in den höchsten Graden obliterirten und zu Concretionen wurden. Eine Hypertrophie der *Thyreoidea* durch Vermehrung der normalen Drüsenelemente nimmt *Rokitansky* bei einer gewissen Kropfform an, in der Weise, dass

Fig. 241. Drüsenblasen der Thyreoidea mit Colloid, 50 mal vergr.

theils selbständig, theils in vergrösserten Drüsenblasen in Wucherungen der Wandungen derselben nach innen neue Drüsenblasen entstehen.

Nach *Remak* entwickelt sich die Schilddrüse durch Abschnürung eines Theiles der vorderen Schlundwand, und Zerfällung desselben in zwei Hälften. Bei einem menschlichen Embryo aus dem 3. Monat fand ich die Schilddrüse schon aus isolirten Bläschen von 0,016—0,05''' gebildet, die aus einer homogenen Hülle und rundlicheckigen Zellen im Innern bestanden, und glaube gesehen zu haben, dass diese Follikel durch Treiben von rundlichen Sprossen und Abschnürung derselben sich vervielfältigen. Ist dem wirklich so, so darf vielleicht die ganze Bildungsgeschichte der *Thyreoidea* als eine fortgesetze Wucherung und Theilung der Drüsenfollikel, von welcher das von *Remak* beobachtete Zerfallen der ersten blasigen Anlage derselben nur die erste Phase wäre, angesehen werden. Hiermit wäre dann auch eine gewisse Aehnlichkeit mit der Thymus hergestellt, nur dass bei dieser sowohl die Sprossen der ersten Anlage, als auch die späteren sich nicht lösen, sondern alle verbunden bleiben. Die Thyreoideafollikel wären dem zufolge keine vergrösserten Zellen, noch weniger metamorphosirte Kerne *(Rokitansky)*, sondern hätten den Werth wirklicher Drüsenfollikel.

Bei Untersuchung der Drüsenbläschen der Schilddrüse hat man vor Allem an Thiere, besonders Vögel und Amphibien und an Kinder sich zu halten, und eignen sich mit dem Doppelmesser erhaltene Segmente oder solche erhärteter Drüsen am besten, um die Blasen in ihren Theilen und in ihrem Verhalten zu einander zu studiren, doch gelangt man auch durch feine Präparation und Zerzupfen der Theile zum Ziele. Injectionen gelingen bei Kindern sehr leicht und sehr vollkommen und zeigen an Segmenten von der Oberfläche die Netze um die Bläschen am besten.

Literatur der Schilddrüse. *Schwager-Bardeleben*, *Obs. micr. de glandularum ductu excret. carentium struct. Berol.* 1841, *Diss.*; *Panagiotides* und *K. Wagener*, Einige Beobachtungen über die Schilddrüse, in Fror. N. Not. Bd. XL. pg. 193, und *Panagiotides de glandul. thyreoideae structura penitiori. Diss. Berol.* 1847; *A. Ecker*, Versuch einer Anatomie der primitiven Formen des Kropfes etc., in Henle und Pfeuffer's Zeitschr. f. rat. Med. VI. Bd. St. 123 und Artikel: Blutgefässdrüsen, in Wagn. Handw. d. Phys. III.; *Rokitansky*, in Zeitschr. d. Wiener Aerzte, 1847, und: Zur Anatomie des Kropfes, in Denkschriften der kaiserl. Akad. zu Wien, Bd. 1. Wien 1849.

Von der Thymus.

§. 182.

Die innere Brustdrüse, *Thymus*, ebenfalls eine sogenannte Blutgefässdrüse, ist ein paariges längliches, nach unten breites, abgeplattetes Organ, das durch ein lockeres Bindegewebe umhüllt und mit den benachbarten Theilen verbunden wird. Sehr deutlich sind an demselben schon bei oberflächlicher Betrachtung grössere Lappen von 2—5''' mittlerer Grösse und rundlicher, länglichrunder oder birnförmiger, jedoch meist abgeplatteter Gestalt, die, obschon ziemlich dicht aneinander gelegen, doch nur durch nachgiebiges Bindegewebe sich vereinen und ohne Schwierigkeit sich trennen lassen. Verfolgt man diese Lappen von aussen nach innen, so ergibt sich leicht, dass dieselben zwar untereinander nicht weiter zusammenhängen, jedoch alle ohne Ausnahme durch einen dünne-

ren Theil mit einem Canale sich verbinden, der im Allgemeinen spiralig gewunden, jedoch nicht ganz regelmässig durch das Innere der Drüse verläuft. Oeffnet man diesen normal $\frac{1}{2}$—1 $\frac{1}{2}'''$ weiten Gang, so findet man an seiner innern Fläche eine grosse Zahl von länglichrunden oder spaltenförmigen Oeffnungen, welche jede in ein Läppchen führen und einer in denselben befindlichen Cavität den Ausgang geben. Die Aehnlichkeit dieses Thymuscanales und der in ihn sich öffnenden, eines dicht am anderen an demselben ansitzenden Läppchen mit dem Ausführungsgang und den *Lobuli* einer wirklichen Drüse wird dadurch noch vermehrt, dass die Läppchen aus kleineren, ebenfalls hohlen Unterabtheilungen, und diese aus rundlichen, $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}'''$ grossen Körpern wie Drüsenbläschen, den Drüsenkörnern (Beeren, *Acini*, der Autoren) der *Thymus* bestehen, welche schon von aussen an den Läppchen zu erkennen sind und wegen ihrer polygonalen Gestalt der Oberfläche derselben ein zierliches mosaikartiges Aussehen geben, das an das der Lungen erinnert. Es sind jedoch diese Drüsenkörner keine Bläschen etwa wie die Luftzellen, die ihnen unter den Elementen der ächten Drüsen an Grösse noch am nächsten kommen, sondern solide Körper, die gegen die Höhlung des Läppchens od. seiner Nebenhöhlen innig zusammenhängen, nach aussen dagegen von einander gesondert sind. Man kann sich jedes Läppchen auch als eine dickwandige mit Ausbuchtungen versehene Blase denken, deren innere Oberfläche eben und ungetheilt ist, während die äusserere durch mehr oder weniger tief eindringende Einschnitte in die erwähnten Drüsenkörner gesondert wird.

Fig. 242.

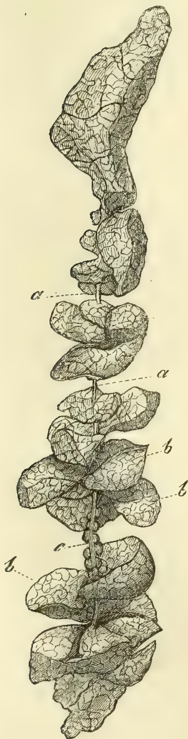


Fig. 243.



Von dem eben beschriebenen Verhalten findet sich in manchen Fällen eine Abweichung in der Weise, dass statt eines engen, die Höhlungen der Drüsenläppchen aufnehmenden Canales, jede *Thymus* eine grössere, $\frac{1}{2}$—1$''$ breite, jedoch

Fig. 242. Ein Stückchen der Thymus des Kalbes entfaltet. *a.* Hauptcanal. *b.* Drüsenläppchen. *c.* Drüsenkörner vereinzelt am Hauptcanale aufsitzend. Nat. Grösse.

Fig. 243. Menschliche Thymushälfte mit einer grossen Höhle im untern breiten Theil und vielen in die Läppchen führenden Oeffnungen.

enge Höhle enthält, mit welcher die Drüsenläppchen durch grössere spaltenförmige Oeffnungen communiciren. Manche Anatomen, und unter den Neueren namentlich *A. Cooper*, betrachten die Anwesenheit dieser Cavität als normal, während andere, *Simon* an der Spitze, dieselbe als durch die Untersuchungsmethode (Injectionen, Einblasen von Luft) erzeugt zu betrachten geneigt sind. Ich für mich muss *Simon* recht geben, wenn er behauptet, dass bei einem so zarten Gebilde, wie die *Thymus*, das Injiciren oder Aufblasen, wenn nicht mit der grössten Vorsicht gehandhabt, zu Irrthümern führen muss, und bin auch für mich überzeugt, dass viele der beobachteten „*reservoirs*" in der *Thymus* nur künstlich gemachte waren, allein nichts destoweniger bin ich der Ansicht, dass es wirklich *Thymus* gibt, die im Leben eine grössere centrale Höhle enthalten, indem ich eine solche, durch die ganze *Thymus* oder nur durch einzelne Abschnitte derselben sich erstreckend, auch in Fällen wahrgenommen habe, wo keinerlei Präparation oder Injection vorausgegangen war. Ich halte das Vorkommen eines engeren centralen Canales für das ursprüngliche und gewöhnliche, glaube aber, dass derselbe in gewissen Fällen bei reichlicher Bildung des Secretes sich ausdehnen und schliesslich zu einem grossen Cavum sich gestalten kann.

§. 183.

Feinerer Bau der *Thymus*. Entfernt man an einem Läppchen das umhüllende Gewebe, das aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feineren elastischen Fasern, häufig auch mit eingestreuten Fettzellen besteht, so kommt die äussere, entsprechend den einzelnen Drüsenkörnern eingeschnittene Oberfläche desselben zum Vorschein. Hier zeigt sich nun bei starken Vergrösserungen eine schon von *Simon* ganz richtig beschriebene, sehr dünne (von 0,0005 bis 0,001'''), undeutlich streifige oder fast homogene Membran, welche einem ganzen Läppchen, ja selbst der ganzen Drüse continuirlich angehört und mit der Wand der Follikel der *Peyer*'schen Haufen, der Tonsillen etc. in eine Linie zu stellen ist. Innerhalb dieser Hülle, zwischen ihr und dem Cavum des Läppchens, liegt eine grauweisse, weiche, zarte Masse, von $1/6$—$1/3$''' Dicke, die mikroskopisch untersucht aus nichts als aus freien Kernen und kleinen

Fig. 244.

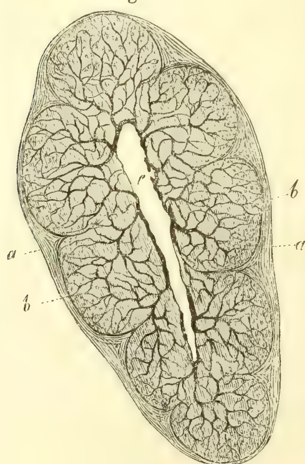


Fig. 244. Querschnitt durch die Spitze eines injicirten Läppchens einer kindlichen Thymus, 30 mal vergr. *a.* Hülle des Läppchens. *b.* Membran der Drüsenkörner. *c.* Höhle des Läppchens, von der aus die grösseren Gefässe in die Körner sich verästeln und an der Oberfläche derselben zum Theil mit Schlingen enden.

Zellen zu bestehen scheint und desswegen auch von allen bisherigen Beobachtern übereinstimmend als Secret der vermeintlichen Drüsenbläschen angesehen wurde. Allein diese Masse lässt sich nicht wegspülen, wie es der Fall sein müsste, wenn sie locker in dem von der zarten Hülle umgebenen Raume drin läge, vielmehr zeigt dieselbe eine bedeutende Zähigkeit und Resistenz. Untersucht man dieselbe genauer, so ergibt sich nach und nach, dass noch andere Elemente zum Theil ganz unerwarteter Art in die Zusammensetzung derselben eingehen, nämlich Blutgefässe und dann auch eine geringere Menge einer faserigen, bindegewebeartigen Substanz, so dass ein Bau, nicht unähnlich dem des Inhaltes der *Peyer*'schen Follikel, zu Tage kömmt.

Von den Elementen der Wandungen der Thymusläppchen bilden die bläschenförmigen nebst einer geringen Menge einer sie vereinenden Flüssigkeit die Hauptmasse. Unter denselben sind freie Kerne immer in grösster Anzahl vorhanden, von 0,002—0,005''' Grösse, runder, leicht abgeplatteter Gestalt und homogenem, klarem, in Natron und Essigsäure körnig sich trübendem Inhalt mit oder ohne *Nucleolus*. Zweitens fehlen, wie ich mit *Ecker* gegen *Simon* finde, auch Zellen nie, sind jedoch in sehr verschiedener Grösse von 0,004—0,01''' und wenn auch verschieden zahlreich, doch immer viel spärlicher als die Kerne. Ihre Kerne sind meist einfach und deutlich und der Inhalt blass oder mit einzelnen Fettkörnchen oder, und dies will *Ecker* nach vollendeter Ausbildung des Organes gesehen haben, ohne Kern und mit Fett ganz gefüllt. Mitten durch diese Elemente nun verlaufen in zahlreicher Menge Blutgefässe stärkerer und feinerer Art. Die aussen und dicht an der centralen Höhle in der Längsrichtung des Organes verlaufenden Hauptgefässe geben nämlich eine grosse Zahl von Aesten an die centrale Höhle ab, welche die Wandung derselben durchbohrend an ihre innere Oberfläche gelangen und hier in einem zarten bindegewebigen dieselbe deckenden Häutchen zierlich sich verästeln, anastomosiren und auch mässig enge Capillarnetze bilden. Von diesem arteriellen Netze aus ziehen sich dann überall da, wo die Läppchen einmünden, zahlreiche Gefässe in dieselben hinein, verlaufen in den innersten Theilen der dicken Begrenzungswand derselben weiter und ramificiren sich dann nach aussen in die einzelnen Drüsenkörner, so dass sie ein dieselben ganz erfüllendes Capillarnetz mit Gefässen von 0,003—0,005''' und Maschen von 0,01—0,02''' bilden (Fig. 244). Die Ausbreitung dieser Gefässe liegt beim Menschen so sehr im Innern der Drüsenkörner, dass, auch wenn dieselben aufs Vollständigste aufgegangen sind, kein einziges Gefäss an der äussern Seite der structurlosen Umhüllungshaut derselben sich findet, vielmehr alle dicht an derselben mit Schlingen enden. Ausser diesen Blutgefässen scheint nun noch etwas weniges Bindegewebe in die Bildung der dicken Wandungen der Drüsenläppchen einzugehen, wenigstens findet man in den innersten Theilen derselben, da wo die grösseren Gefässe liegen, oft ziemlich deutlich eine Membran als Trägerin derselben, analog derjenigen, die die cen-

trale Cavität auskleidet. In anderen Fällen, und besonders auch bei Thieren, ist jedoch eine solche innere Begrenzungshaut nicht nachzuweisen und sind die Höhlungen der Läppchen unmittelbar von der die Gefässe vereinenden Körnermasse, zwischen der nur einzelne zarte Faserzüge zum Vorschein kommen, begrenzt. In keinem Falle findet sich ein die Höhlungen begrenzendes Epithel und ist daher die Vergleichung der innersten Theile der Wand derselben mit einer Schleimhaut unstatthaft.

Der gemeinschaftliche Hohlraum oder Centralcanal der *Thymus* hat denselben Bau wie die Läppchen, nur dass aussen an demselben eine stärkere Faserlage und innen eine minder dicke Körnerschicht mit eher stärkeren Gefässen sich befindet. Derselbe enthält in einer in voller Entwicklung befindlichen *Thymus* ebenso wie alle Nebenhöhlen eine grauweisse oder milchige, schwach sauer reagirende Flüssigkeit oft in grosser Menge, in der neben einem hellen eiweissreichen Safte viele Kerne, einzelne Zellen und unter gewissen Umständen auch concentrische Körper (siehe unten) enthalten sind. Die Lymphgefässe der *Thymus* sind zahlreich und Nerven lassen sich an den Arterien derselben mit Leichtigkeit nachweisen, jedoch nicht bis zu ihren Endigungen verfolgen.

Ausser den oben geschilderten normalen Elementen finden sich besonders zur Zeit der Involution des Organes noch eigenthümliche runde Gebilde, die ich mit *Ecker* concentrische Körper der *Thymus* nennen will. Dieselben erscheinen in sehr verschiedenen Formen, die sich jedoch, wie mir scheint, füglich auf zwei reduciren lassen, nämlich 1) auf einfache, von 0,006—0,01‴ Grösse, mit einer dicken, concentrisch gestreiften Hülle und einer körnigen, bald wie ein Kern, bald wie eine Zelle erscheinenden Masse im Innern und 2) zusammengesetzte bis zu 0,04, selbst 0,08‴ Grösse, die aus mehreren einfachen, von einer gemeinsamen, ebenfalls geschichteten Hülle umgebenen Körpern bestehen. Mir scheinen diese Gebilde, die *Hassall* und *Virchow* zuerst erwähnt, *Ecker* und *Bruch* weiter verfolgt haben, nicht durch directe Metamorphosen der Kerne und Zellen in der Wandung der Drüsenläppchen, sondern durch successive Umlagerung einer amorphen Substanz um dieselben zu entstehen und mithin in ihrer Bildungsweise den *Corpuscula amylacea* des Gehirns, den Prostatasteinen etc. analog zu sein. Der geschichtete Theil derselben besteht aus einer in Alkalien bedeutend resistenten, sicher nicht fettigen Substanz, die an die colloide Substanz und die Substanz der Prostatasteine und *Corpuscula amylacea* sich anschliesst und wahrscheinlich durch Umwandlung des Eiweisses in den Drüsenwänden sich bildet. Der Sitz dieser concentrischen Körper ist ausser dem Thymussecret, vorzüglich der innerste Theil der Drüsenwandungen, wo die stärkeren Gefässe derselben sich befinden.

§. 184.

Entwicklung der *Thymus*. Nach *Remak* entsteht die *Thymus* des Hühnchens dadurch, dass die von dem Darmepithel bekleideten Ränder der zwei letzten (dritten und vierten) Kiemenspalten sich abschnüren und zur Zeit, wo die drei letzten Aortenbogen von den Schlundwänden sich ablösen, diesen folgen und als zwei längliche Säckchen jederseits zwischen dieselben zu liegen kommen.

In den frühesten bei Säugethieren gesehenen Zuständen bei 1″ langen Rindsembryonen stellt die Drüse nach *Bischoff* zwei zarte Blastem-

streifen dar, die vom Kehlkopf bis gegen die Brust herablaufen und oben mit der Schilddrüse zusammenzuhängen scheinen. Aehnlich beschreibt *Simon* die *Thymus* bei ¾—1½″ langen Rinds- und Schweineembryonen, nur meldet er nichts von einer Verbindung mit der *Thyreoidea* und schildert den Strang als eine von einer zarten structurlosen Haut begrenzte und mit Kernen und einer körnigen Masse gefüllte Röhre, die in der Weise sich weiter entwickelte, dass sie, stärker und länger werdend, zuerst einfache und dann immer weiter sich verzweigende Sprossen trieb. So fanden sich bei 2½—3″ langen Kalbsembryonen schon warzenförmige und kugelrunde, zum Theil selbst kurz gestielte Auswüchse, welche dann später an Zahl zunahmen und jeder zuerst in zwei und vier und dann successive in noch mehr kugelige Körper auswuchsen, bis schliesslich die Läppchen gebildet waren. Demnach würde der primitive Schlauch zur centralen Höhle der *Thymus* und jeder Auswuchs desselben mit der Zeit zu einem ganzen Läppchen des Organes sich gestalten. — Beim Menschen sah ich die *Thymus* in der 7. Woche am untern Ende schon gelappt, am obern einfach. Bei einem 10 Wochen alten Embryo war das obere Ende eine zartwandige mit polygonalen Zellen gefüllte Röhre von 0,04—0,06‴, an deren unterem 0,16‴ dicken Theile einzelne rundliche, zum Theil isolirte, zum Theil gruppenweise zu 2 bis 5 beisammen stehende Auswüchse von 0,02—0,03‴ sich fanden. Der dickere untere Drüsentheil war ganz mit weiter entwickelten Läppchen von 0,08—0,1‴ besetzt, an denen wiederum einfachere Drüsenkörner jedes mit structurloser Haut und Zellen im Innern zu sehen waren. In der 12. Woche fand ich die *Thymus* nicht viel grösser, aber die Hörner breiter und wie das übrige Organ mit Läppchen von 0,12—0,24‴ besetzt. — Diesem zufolge kann, obschon die ersten Stadien beim Menschen noch nicht gesehen sind, doch kein Zweifel darüber bestehen, dass dieselbe ebenso, wie es *Simon* bei Säugethieren gesehen hat, sich entwickelt.

Die spätere Entwicklung der *Thymus* bietet noch einige interessante Verhältnisse dar. Beim Embryo wächst sie vom 3. Monate an langsam fort, reicht im 6. Monate bis zur Schilddrüse und enthält vom 7. Monate an auch schon einen weisslichen Saft. Nach der Geburt steht sie nicht stille, wie man früher geglaubt hat, sondern wächst in der Regel bis ins zweite Jahr und zwar anfangs noch sehr bedeutend fort. Von da an steht sie stille, bleibt aber meist noch längere Zeit unverändert bestehen, bis sie schliesslich atrophirt und endlich vergeht. Der Zeitpunkt, in dem diese letzten Veränderungen vor sich gehen, ist ein sehr verschiedener. *Simon* setzt den Anfang der Atrophie ins 8. bis 12. Jahr, was ich meinen Erfahrungen zufolge mit *Ecker* nicht für allgemein gültig ansehen kann, indem man häufig bis in die 20ger Jahre die *Thymus* wohlgenährt, strotzend von Flüssigkeit, ohne Fettmetamorphose und mit demselben Bau wie bei Kindern findet. Die Zeit des gänzlichen Verschwindens ist noch schwerer anzugeben und kann für dasselbe kein bestimmtes Alter bezeichnet werden, obschon allerdings nach dem 40. Jahre die *Thymus* in

der Regel nicht mehr gefunden wird. Das Schwinden kommt durch allmälige Resorption unter gleichzeitiger Entwicklung von Fett in den Drüsenkörnern und von Fettzellen im interlobulären Bindegewebe zu Stande. Zugleich mehren sich auch die concentrischen Körper immer mehr und schliesslich entwickelt sich nach *Ecker* selbst Bindegewebe in den Läppchen, womit dann der Drüsenbau gänzlich verloren geht.

Die Untersuchung der *Thymus* ist nicht leicht. Ich empfehle vor allem gekochte Präparate, die schon an und für sich sehr gut zur Untersuchung des Zusammenhanges der Lappen mit dem Centralcanale und der Höhlungen in den Läppchen sich eignen und durch Erhärten in Spiritus auch zu feinen Schnitten passend werden. Ausserdem ist das Erhärten frischer Präparate in Spiritus, Holzessig, Chromsäure und das Kochen derselben in Essig anzurathen. Auch die *Thymus* kleiner Säuger, die an den Rändern membranartig ist, eignet sich für eine übersichtliche Erkenntniss gut. Ausserdem sind aber vor Allem Injectionen der menschlichen *Thymus* unumgänglich nöthig, ohne welche kein vollkommener Aufschluss zu erhalten ist.

Literatur der Thymus. *S. C. Lucae*, Anat. Untersuchng d. Thymus im Menschen und in Thieren, Frankfurt am M. 1811 u. 12, 4. und Anat. Bemerk. über die Divertikel am Darm u. die Höhlen der Thymus, Nürnberg 1813, 4.; *F. C. Haugsted*, *Thymi in hom. et per ser. anim. descr., Hafn.* 1832. 8.; *A. Cooper*, *Anatomy of the thymus gland. Lond.* 1832. 4.; *J. Simon*, *A. physiological essay on the thymus gland. Lond.* 1845. 4.; *Ecker*, Art.: Blutgefässdrüsen, in Wagner's Handw. der Phys. III.

Von den Harnorganen.

§. 185.

Die Harnorgane bestehen aus den beiden Nieren, zwei wahren Drüsen von röhrenförmigem Bau, welche den Harn bereiten, und aus den ableitenden Harnwegen, dem Harnleiter, der Harnblase und der Harnröhre.

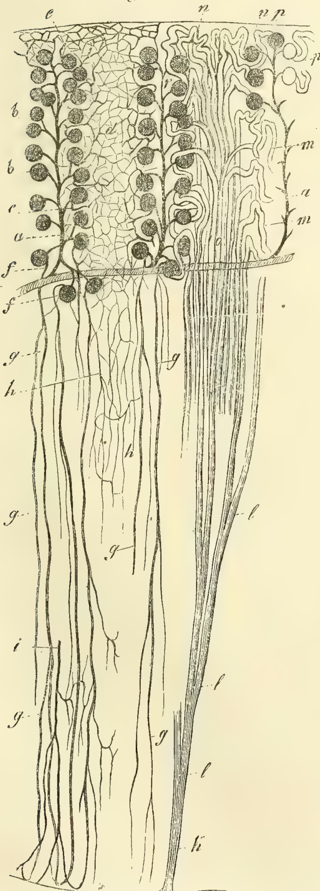
§. 186.

An den Nieren unterscheidet man die Hüllen und das secernirende Parenchym. Zu den erstern gehört die sogenannte Fettkapsel, *Capsula adiposa,* ein an Fettzellen sehr reiches, lockeres Bindegewebe, das weniger den Namen einer besonderen Haut verdient, und dann die Faserhaut, *Tunica propria s. albuginea,* eine weissliche, aus gewöhnlichem Bindegewebe und vielen feinen elastischen Netzen gebildete, dünne, aber feste Hülle, die die Niere eng umschliesst und am *Hilus* ohne in das Innere des Organes sich fortzusetzen, an die Nierenkelche und die Gefässe sich anlegt.

Das von der Faserhaut scharf sich abgrenzende secernirende Parenchym besteht für das blosse Auge aus zwei Theilen, der Mark- und Rindensubstanz, von denen die erstere in Gestalt von 8—15 isolirten, kegelförmigen, gegen den *Hilus* convergirenden Massen, den *Malpighi'* schen Pyramiden, erscheint, jene dagegen die Gesammtrinde des Organes und ausserdem noch zwischen die einzelnen Pyramiden bis zum *Hilus* sich hineinziehende Scheidewände, *Columnae Bertini*, bildet, und scheinbar ohne Unterbrechung durch die ganze Niere zusammenhängt. Mikroskopisch untersucht, zerfällt jedoch auch die Rinde in ebenso viele Abschnitte als Pyramiden vorhanden sind und kann daher die Niere als aus einer gewissen Zahl grosser, jedoch innig zusammenhängender Lappen gebildet angesehen werden.

§. 187.

Fig. 245.



Zusammensetzung der Nierensubstanzen. Beide Theile der Niere bestehen wesentlich aus den Harncanälchen, *Tubuli uriniferi*, cylindrischen, im Mittel 0,016—0,025‴ messenden Röhrchen. Dieselben beginnen bei jedem Nierenlappen oder Abschnitt an dem von den *Calyces renales* umschlossenen Theile der Pyramiden oder an den Nierenpapillen mit durchschnittlich 2—500 über die Oberfläche derselben zerstreuten Oeffnungen von 0,024 — 0,1‴ und ziehen

Fig. 245. Senkrechter Schnitt durch einen Theil einer Pyramide und der dazu gehörenden Rindensubstanz einer injicirten Kaninchenniere. Halbschematische Figur. Vergr. 30. Links sind die Gefässe, rechts der Verlauf der Harncanälchen dargestellt. *a. Arteriae interlobulares* mit den *Glomeruli Malpighiani b.* und ihren *Vasa afferentia; c. Vasa efferentia; d.* Capillaren der Rinde; *e Vasa efferentia* der äussersten Körperchen in die Capillaren der Nierenoberfläche übergehend; *f. Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* in die *Arteriolae rectae ggg.* sich fortsetzend; *h.* Capillaren der Pyramiden aus den letzteren sich bildend; *i.* Eine *Venula recta* an der Papille beginnend; *k.* Anfang eines geraden Harncanälchens an der Papille; *l.* Theilungen desselben; *m.* gewundene Canälchen in der Rinde nicht in ihrem ganzen Verlaufe dargestellt; *n.* dieselben an der Nierenoberfläche; *o.* Fortsetzung derselben in die geraden Canälchen der Rinde; *p.* Verbindung derselben mit *Malpighi'* schen Capseln.

in den Pyramiden meist gerade und eines neben dem andern dahin, daher sie hier *Tubuli recti* (auch *Belliniani)* heissen (Fig. 245 *k*). Während dieses Verlaufes theilt sich jedes dieser geraden Canälchen unter meist sehr spitzen Winkeln und anfangs mit erheblicher Abnahme an Dicke zu wiederholten Malen in zwei (Fig. 245 *l*), seltener in drei oder vier, so dass schliesslich ein ganzes Bündel von feineren Röhrchen aus demselben hervorgeht und die nach aussen stetig zunehmende Breite der Pyramiden sich erklärt. Zugleich wird gegen die Basis der Pyramiden zu der Zusammenhang der *Bellini*'schen Röhrchen durch zwischen denselben auftretende, in regelmässigen Abständen verlaufende stärkere Gefässbündel *(Arteriolae* und *Venulae rectae)* lockerer und treten dieselben auch nach allen Seiten auseinander, so dass an senkrechten Schnitten die Pyramiden (die Papillen natürlich ausgenommen) im ganzen Umkreis in viele kleine Bündel oder Pinsel, die *Ferrein*'schen Pyramiden der Autoren auszustrahlen scheinen, welche jedoch, wie Querschnitte darthun, durchaus nicht als besondere, scharf abgegrenzte Fascikel anzusehen sind. Schon hier nehmen die Harncanälchen einen leicht wellenförmigen Verlauf an und noch mehr ist dies in der Rindensubstanz der Fall, wo dieselben als gewundene Harncanälchen, *Tubuli contorti s. corticales* auf den ersten Blick unentwirrbar und ohne Regelmässigkeit verflochten sind, um schliesslich, wie *Bowman* im Jahr 1842 entdeckte, jedes mit einem blasig aufgetriebenen, einen Gefässplexus eigenthümlicher Art enthaltenden Ende von 0,06—0,1''' Grösse, einem sogenannten *Malpighi*'schen Körperchen auszugehen. Bei aufmerksamer Beobachtung ergibt sich jedoch leicht, dass die gewundenen Harncanälchen in säulenförmige $1/3$ — $1/6$''' breite, durch die ganze Dicke der Rinde eine dicht neben der andern sich erstreckende Massen angeordnet sind, die man trotz ihrer nicht vollständigen Abgrenzung von einander doch als *Fasciculi corticales* oder *Lobuli renum* (oder mit den älteren Anatomen als *Ferrein*'sche Pyramiden) bezeichnen kann. In diesen (Fig. 245) verlaufen die Harncanälchen im Kleinen wie in einem Nierenlappen, so dass man im Innern derselben mehr gerade in ihrem Umkreis gewundene Canälchen unterscheidet. Verfolgt man die Sache genau, so sieht man, wie die *Bellini*'schen Röhren, indem sie Fascikelweise in ein Rindenläppchen eintreten, anfangs noch ganz gerade verlaufen (Fig. 245 *o*). Bald jedoch biegen sich einzelne und im weitern Verlauf immer mehr Canälchen zur Seite (Fig 245 *m*), um stark geschlängelt gegen die die Rindenläppchen umgebenden Arterienstämmchen hinzugehen, bis am Ende in einiger Entfernung von der Oberfläche der Niere (oder der Mitte der *Columnae Bertini)* das ganze Fascikel in gewundene Canälchen sich aufgelöst hat. Die *Malp.* Körperchen (Fig. 245 *b*), von denen die Harncanälchen entspringen, liegen in der ganzen Dicke der Rinde, von den Pyramiden an bis auf $1/50$''' Entfernung von der Oberfläche, auch in den *Septa Bertini* bis zum Nierenausschnitt herab, und stehen so regelmässig und zahlreich um die Rindenläppchen herum, dass jeder senkrechte, durch die Rinde geführte

Durchschnitt immer zwischen zweien derselben einen rothen Streifen dieser Körperchen ergibt. In der Regel besteht ein solcher aus einer kleinen Arterie und 2 bis 4 von derselben getragenen, jedoch nicht regelmässigen Reihen von Körperchen, von denen die einen mehr zu dem einen, die andern mehr zu dem andern Rindenbündel in Beziehung stehen. Es ist mithin jedes in die Rinde eintretende Fascikel von Harncanälchen gleich von Anfang an von den *Malp.* Körperchen ganz umgürtet, und begreift sich, dass die einen Canälchen früher, die andern später von demselben sich ablösen, um zu ihren Körperchen zu gelangen. Jedes Rindencanälchen verläuft übrigens nach seinem Ursprunge stark gewunden, zuerst etwas nach aussen, biegt sich dann zurück und schliesst sich an die geraden Canälchen des Rindenfascikels an.

Die Zahl der gewundenen Harncanälchen entspricht der Zahl der *Malpighi*'schen Körperchen und ist daher auf jeden Fall ungemein gross. Nach *Huschke* kommen 200 Canälchen auf jeden *Fasciculus corticalis* und 700 solcher *Fasciculi* auf eine Pyramide, was bei 15 Pyramiden mehr als 2 Millionen Anfänge von Canälchen und *Malp.* Körperchen gibt. Da jede Papille bei 500 oder noch mehr Oeffnungen hat, so ist es möglich, dass jedes Rindenfascikel aus einem einzigen *Bellini*'schen Röhrchen hervorgeht; auf jeden Fall ergibt sich, dass an jedem geraden Röhrchen die Theilungen mindestens 10 mal sich wiederholen.

§. 188.

Die Harncanälchen bestehen überall wesentlich aus denselben Elementen, nämlich einer *Membrana propria* und einem Pflasterepithel. Jene ist eine vollkommen structurlose, durchsichtige, dünne (von 0,0004 — 0,0008‴) aber verhältnissmässig feste und elastische Hülle, die namentlich an den geraden Canälchen sehr leicht auf grosse Strecken sich isoliren lässt und dann gerne in Falten sich legt, die sie oft wie Bindegewebe streifig erscheinen lassen. An der Innenseite dieser Hülle, die in ihren chemischen Characteren ganz an das *Sarcolemma* sich anschliesst (siehe §. 58), liegen in einfacher Lage polygonale, mässig dicke Zellen um das *Lumen* der Harncanälchen herum, welche ihrer leichten Veränderlichkeit wegen zu vielen unrichtigen Vorstellungen über den Bau der Harncanälchen und ihren Inhalt Veranlassung gegeben haben. Dieselben dehnen sich nämlich bei der gewöhnlichen Untersuchungsmethode in Wasser durch Aufnahme desselben aus und werden im Umkreis blasig aufgetrieben und blass, so dass ihre polygonale Form und regelmässige Anordnung verloren geht und die Nierencanälchen

Fig. 246.

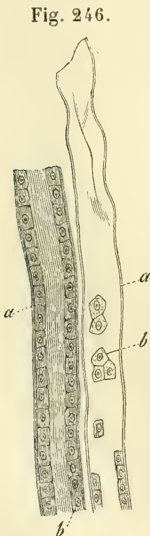
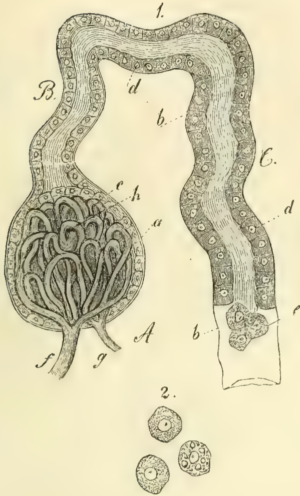


Fig. 246. Zwei gerade Harncanälchen des Menschen, das eine mit vollständigem Epithel, das andere halbleer. *a. Membr. propria*, *b.* Epithel.

innerhalb der structurlosen Haut mit rundlichen grösseren Zellen ganz gefüllt erscheinen und kein *Lumen* mehr zeigen. Häufig bersten auch die Zellen und dann enthalten die Canälchen nichts als eine feinkörnige Masse mit Kernen und aus den Zellen ausgetretenen hellen Eiweisstropfen. Dieselben Veränderungen gehen in nicht ganz frischen Nieren von selbst vor sich, und es ist daher vor allem nöthig, das Organ möglichst bald nach dem Tode und unter Vermeidung aller alterirenden Zusätze zu untersuchen. Der Inhalt der Epithelzellen ist, abgesehen von runden gewöhnlichen Kernen, eine meist sehr feinkörnige Masse, die bei Wasserzusatz helle, leicht gelbliche Tropfen wahrscheinlich von Eiweiss austreten lässt, sonst aber sich nicht verändert, durch Essigsäure mit den Zellmembranen erst erblasst und bald sich auflöst, während die Zellenkerne zugleich sehr blass werden, endlich durch caustische Alkalien mit den Membranen gleich verschwindet. Ausser diesen Körnern, die ich nicht anstehe für eine Proteinsubstanz zu erklären und dem im Inhalte gelösten Eiweiss enthalten die Zellen sehr gewöhnlich noch einige kleine dunkle Fetttröpfchen, seltener ein oder das andere Körnchen von gelblichem Pigment.

Die geraden und gewundenen Canälchen zeigen innerhalb der angegebenen allgemeinen Charactere noch einige Verschiedenheiten. Die erstern, obschon anfänglich von der bedeutenden Breite von selbst 0,06—0,1‴, verschmälern sich doch in Folge der Theilungen bald zu 0,01‴, 0,014—0,018‴, werden jedoch in den *Ferrein*'schen Bündeln wieder 0,02—0,024‴ stark. Mit diesem Durchmesser treten dieselben in die Rinde ein, steigen dann aber in den eigentlichen gewundenen Canälchen bis zu 0,033‴ an, um jedoch dicht am Ursprunge wieder etwas sich zu verschmälern. Die *Membrana propria* ist bei den gewundenen Canälchen zarter (von 0,0003—0,0004‴) und schwieriger zu isoliren, das Epithel dagegen in der Regel grösser mit Zellen von 0,008—0,012‴ Breite und 0,004—0,005‴ Dicke, während in den geraden Canälchen die Zellen nur 0,004—0,006‴ breit, 0,004‴ dick sind. Physiologisch bemerkenswerth erscheint mir auch, dass die letzten Zellen einen hellen körnerarmen Inhalt haben, daher auch die Marksubstanz im blutleeren Zustande weisslich, die Rinde dagegen gelblich erscheint.

Einen sehr eigenthümlichen Bau besitzen die *Malpighi*'schen Körperchen, die als erweiterte Anhänge der gewundenen Harncanälchen anzusehen sind und, eingebettet in ihr Epithel und ihr Lumen so zu sagen ganz erfüllend, einen compacten rundlichen Gefässplexus, den *Glomerulus Malpighianus*, enthalten, dessen Bau unten erörtert werden soll. Dieselbe *Membrana propria*, welche die Harncanälchen umschliesst, bekleidet etwas verdickt (von 0,0005 — 0,0008‴) auch diese Körperchen (Fig. 247 *a*), und ebenso geht auch das Epithel in die so gebildeten Capseln ein, nur dass dasselbe kleiner und undeutlicher wird und den Gefässknäuel auch da überzieht, wo derselbe dem Lumen des abgehenden Harncanälchens zugewendet ist. Dieses setzt sich in der Regel verschmälert (Fig. 247 *B*)



meist an der entgegengesetzten Seite der zu- und abtretenden Gefässe an die *Malp*. Kapsel an, und dringt dem Gesagten zufolge sein Lumen nur unerheblich in dieselbe ein, indem ihre Höhlung eben fast ganz von den Gefässen und dem sie umgebenden Epithel eingenommen wird.

Die von *Bowman* im Halse der *Malpighi*'schen Körperchen des Frosches und in den Anfängen der Harncanälchen entdeckte Flimmerbewegung mit Richtung des Stromes gegen den Ureter ist leicht zu bestätigen, wenn man Zusatz von Wasser vermeidet. Dieselbe fehlt bei Vögeln (*Gerlach* glaubt dieselbe einmal beim Huhn gesehen zu haben) und Säugethieren und wurde auch in zwei von mir speciell auf diesen Gegenstand untersuchten Hingerichteten vermisst, dagegen findet sich dieselbe auch bei Schlangen, bei Salamandern, Triton, Bombinator, Bufo und sehr schön bei Fischen, ebenso nach *Remak* und mir in den wie Nieren gebauten Primordialnieren von Eidechsenembryonen, in den beiden letztern Fällen auch in den von den *Malpighi*'schen Körperchen entfernteren Harncanälchen.

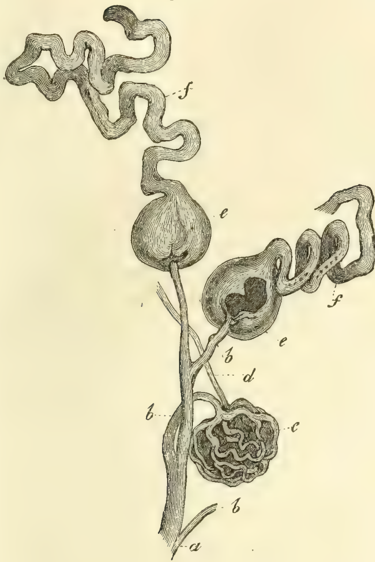
Von den sehr häufigen pathologischen Entartungen der Harncanälchen erwähne ich hier nur folgende: Die *Membrana propria* derselben ist oft verdickt bis 0,001, selbst 0,002''' und zeigt dann manchmal an der Innenseite sehr zierliche, dichtstehende zarte Querstreifen. Die Epithelzellen, vor allem der Corticalsubstanz, enthalten häufig Fetttropfen in bedeutenden Mengen, so dass sie Leberzellen aus Fettlebern oft täuschend ähnlich werden, zumal sie dann meist auch bis auf 0,02''' vergrössert sind. Neben dem Fett erscheinen auch Pigmentkörnchen (von Harnfarbstoff?) in ihnen (auch in den geraden Canälchen), wogegen die im Lumen der Canäle so häufig vorkommenden Concretionen von harnsauren Salzen und Kalksalzen bei Wirbelthieren noch nicht mit Sicherheit in den Zellen selbst nachgewiesen sind (bei Fischen fand *Simon* (*Thymus* pg. 69) oft Krystalle in den Nierenzellen). Häufig sind colloidartige hellgelbe Massen in den Epithelzellen, die dann meist sich vergrössern, bis zu 0,05—0,072''' langen schmalen Cysten heranwachsen und zuletzt ihre ebenfalls vergrösserten colloiden Massen durch Bersten entleeren, worauf die letztern frei in den Harncanälchen und auch im Harn sich finden. Eine Entwicklung der Epithelzellen zu andern Cysten, wie sie *J. Simon*, auch *Gildemeester* (*Tijdschr. d. Nederl. Maatsch.* 1850) annimmt, ist mir noch nicht vorgekommen, dagegen beobachtete ich, wie *Johnson* mit aller Bestimmtheit in einer atrophischen Niere, ein Zerfallen der gewundenen Canälchen, allem Anscheine nach durch ein zwischen ihnen entwickeltes und sie abschnürendes Bindegewebe, in geschlossene Cysten, welche bei derselben Structur wie die Harncanälchen, zum Theil dieselbe

Fig. 247. 1. Ein *Malpighi*'sches Körperchen *A.* mit dem entspringenden Harncanälchen *B. C.* vom Menschen. Vergr. 300. Halbschematische Figur. *a.* Hülle der *Malpighi*'schen Körperchen, sich fortsetzend in *b.* die *Membrana propria* des gewundenen Harncanälchens, *c.* Epithel der *M.* Körperchen, *d.* Epithel des Harncanälchens, *e.* losgelöste Epithelzellen, *f. Vas afferens*, *g. Vas efferens*, *h. Glomerulus Malpighianus.* 2. Drei Epithelzellen aus gewundenen Canälchen, 350 mal vergr., die eine mit Fetttröpfchen.

Weite besassen wie sie, zum Theil bis zu 0,1‴ grossen Blasen sich ausgedehnt hatten. — Auch die *Malp.* Körperchen können zu Cysten sich ausdehnen, in denen neben einem hellen Fluidum oft noch an der Wand der atrophische *Glomerulus* zu sehen ist. Als abnormer Inhalt erscheint in den Harncanälchen 1) Blut, am häufigsten in den Anfängen der gewundenen Canälchen besonders denen der Oberfläche oft in solcher Menge, dass dem blossen Auge sichtbare Stecknadelknopfgrosse Blutpuncte entstehen, die man früher fälschlich für ausgedehnte *Malp.* Körperchen hielt, 2) Faserstoff in cylindrischen, dem Lumen der Canälchen entsprechenden Massen, 3) die erwähnte colloidartige Substanz, 4) Concretionen in den Bellin. Röhrchen, beim Erwachsenen vorzüglich aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk bestehend (Kalkinfarct), bei Neugebornen aus harnsauren Salzen (Harnsäureinfarct, *Virchow*), welche den Pyramiden eine prächtige goldgelbe Farbe ertheilen und wenn auch nicht ausschliesslich, doch in der Regel nur bei Kindern vorkommen, die schon geathmet haben (zwischen dem 3. und 20. Tage). — In der *Bright*'schen Krankheit werden in den spätern Stadien viele Canälchen, die durch die Exsudationen in dieselben ihr Epithel verloren, atrophisch und schwinden zuletzt ganz, während Gruppen anderer mit fettig zerfallendem Exsudat erfüllt und erweitert in Form von kleinen Höckern (Granulationen, *Christison*) hervortreten.

§. 189.

Gefässe und Nerven. Die grosse Nierenarterie theilt sich im Nierenbecken in eine gewisse Zahl von Aesten, die, nachdem sie die im Hilus gelegenen Theile versorgt haben, über und unter den Nierenvenen in die zwischen den Pyramiden gelegene Corticalsubstanz (die *Columnae Bertini*) eintreten. Von hier aus verlaufen dieselben unter wiederholten Theilungen hart an der Grenze der beiden Nierensubstanzen weiter, so dass im Umfange jeder Pyramide eine in der Regel nur von zwei grossen Arterien abstammende zierliche Verästelung jedoch ohne Anastomosenbildungen entsteht. Aus dem der Rindensubstanz zugewendeten Theile derselben entspringen mit grosser Regelmässigkeit, meist unter rechtem Winkel kleinere Arterien, die nach einigen oder mehrfach wiederholten Theilungen in feine 0,06—0,1‴ weite Aestchen sich spalten, die zwischen Rindenfascikeln oder Läppchen geraden Weges nach aussen verlaufen und am passendsten *Arteriae interlobulares* heissen (Fig. 245 *a*). Sie sind es, welche die *Malp.* Körperchen tragen und, einige zu den Hüllen des Organes tretende Ausläufer abgerechnet, ganz in der Bildung der Gefässknäuel derselben aufgehen. Es gibt nämlich jede Interlobulararterie in ihrer ganzen Länge nach zwei, drei oder vier Seiten eine grosse Zahl feiner Zweigelchen von arteriellem Bau und 0,008—0,02‴ ab, die nach kurzem Verlauf entweder direct oder nach einmaliger Theilung die Hülle eines *Malp.* Körperchens durchboren und als *Vasa afferentia* der Gefässknäuel derselben erscheinen. Ein jeder von diesen (Fig. 247, 248) besteht aus einem dichten Convolut feiner Gefässchen von 0,004—0,008‴ Durchmesser und dem gewöhnlichen Bau der Capillaren (mit structurloser Haut und Kernen) und besitzt ausser der zuführenden Arterie auch noch ein ableitendes Gefäss, das *Vas efferens.* Die Art und Weise, wie diese zwei Gefässe miteinander in Verbindung stehen,



ist nicht die gewöhnliche, wie bei Arterien und Venen, sondern wie bei den sogenannten bipolaren Wundernetzen, indem das *Vas afferens* gleich nach seinem Eintritte in 5—8 Aeste und jeder dieser in ein Büschel von Capillaren sich spaltet, welche vielfach gewunden u. durcheinandergeflochten ohne Anastomosenbildung verlaufen und schliesslich in eben der Weise, wie sie sich bildeten, wieder zu einem Stämmchen sich vereinen. In der Regel treten die beiden Stämmchen des *Glomerulus* nahe beisammen und gegenüber dem Ursprunge des Harncanälchens aus und ein und ohne Ausnahme finden sich die feinsten Gefässchen derselben von 0,003—0,004‴, gewissermaassen die Umbiegungsschlingen, gerade da, wo das Harncanälchen beginnt. Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen besteht jeder *Glomerulus* aus einem einzigen gewundenen Gefäss.

Die *Vasa efferentia*, obschon aus Capillaren sich zusammensetzend, sind noch keine Venen, sondern der Bedeutung und zum Theil dem Baue nach kleine Arterien, die erst im weitern Verlauf in das Capillarnetz der Niere sich auflösen, welches in der Rinde und in den Pyramiden seinen Sitz hat und an beiden Orten einen etwas verschiedenen Character besitzt. Am erstern Orte (Fig. 245. *d*) lösen sich die 0,004—0,008‴ dicken *Vasa efferentia* nach kurzem Verlauf in ein sehr reiches Netz 0,002—0,004—0,006‴ weiter Capillaren auf, welches mit rundlich eckigen 0,005—0,015‴ weiten Maschen die gewundenen Canälchen von allen Seiten umgibt und durch die ganze Rindensubstanz zusammenhängend zu denken ist. Von diesem Verhalten machen nur die ausführenden Gefässe der zunächst an die *Malpighi*'schen Pyramiden angrenzenden *Glomeruli* eine Ausnahme, indem dieselben, die regelmässig durch ihren bedeutenderen Durchmesser (von 0,01—0,016‴) sich auszeichnen, nicht in der Rinde, sondern in den Pyramiden sich ausbreiten und durch ihren langgestreckten Verlauf und ihre im Ganzen spärliche Verästelung sich auszeichnen. Dieselben (Fig. 245 *g*), die ich mit *Arnold Arteriolae*

Fig. 248. Aus der Niere des Menschen nach *Bowman*. *a*. Ende einer *Art. interlobulares*. *b*. *Arteriae afferentes*, *c*. nackter *Glomerulus*, *d*. *Vas efferens*, *e*. *Glomeruli* von den *Malp.* Capseln umhüllt, *f*. von denselben entspringende Harncanälchen. Vergrösserung 45.

Fig. 249.



rectae nennen will, dringen nämlich im ganzen Umfange der Pyramiden gerade zwischen die *Bellin.* Röhrchen ein, laufen unter wiederholten spitzwinkligen Theilungen und allmälig bis zu 0,004—0,01''' verschmälert gegen die Papillen herab und gehen schliesslich in diesen und auch im Innern der Marksubstanz — am letztern Orte entweder mit ihren Enden oder durch rechtwinklig abgehende Zweigchen — in die 0,002 bis 0,004''' messenden Capillaren dieser Region über, die durch ihre geringere Zahl und die langgezogene Form der Maschen ihres Netzes sehr wesentlich von denen der Rinde sich unterscheiden, jedoch an der Grenze der Pyramiden continuirlich mit denselben verbunden sind. Die Nierenvenen beginnen an zwei Orten, nämlich an der Oberfläche des Organes und an der Spitze der Papillen. Dort sammeln sich aus den äussersten Theilen des Capillarnetzes der Rinde kleine Venenwürzelchen, welche zum Theil regelmässig die einzelnen Rindenläppchen umgeben und zwischen denselben sternförmig *(Stellulae Verheynii)* zu etwas grösseren Wurzeln zusammentreten, zum Theil auch über mehrere oder viele Läppchen sich erstreckend, zu stärkeren Stämmchen sich ansammeln. Beiderlei Venen treten dann als *Venae interlobulares* in die Tiefe, verlaufen mit den gleichbenannten Arterien zwischen den Rindenfascikeln weiter, um, wenn sie durch Aufnahme noch vieler anderer Venenwürzelchen aus dem Innern der Rinde sich verstärkt, direct oder zu etwas grösseren Stämmchen geeint unter meist rechten Winkeln in die grösseren Venen überzugehen. Diese liegen neben den grösseren Arterien am Umfange der Pyramiden und führen schliesslich in grosse, wie alle Nierenvenen klappenlose Venen, die in einfacher Zahl neben den Arterien gelegen, wie diese die Nieren verlassen. Vorher nehmen dieselben jedoch noch ausser denen der *Columnae Bertini* die Venen der Pyramiden auf, die mit einem hübschen, die Oeffnungen der Harncanälchen an den Papillen umgebenden Netze beginnen, im Aufwärtssteigen zwischen den *Tubuli recti* durch zutretende Würzelchen sich verstärken und mit den Arterien der Pyramiden, den *Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* oder den *Arteriolae rectae*, zu stärkeren, besonders

Fig. 249. *Glomerulus* aus dem innersten Theil der Rinde der Niere des Pferdes nach *Bowman. a. Art. interlobularis, af. Vas afferens, mm. Glomerulus, ef. Vas efferens sive arteriola recta, b.* Theilungen derselben in der Marksubstanz. Vergr. 70.

zwischen den *Ferrein*'schen Pyramiden gelegenen Gefässbündeln geeint, in die bogenförmig die Pyramiden umziehende stärkere Venenverästelung einmünden.

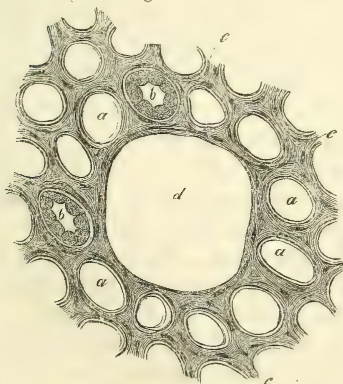
Die Gefässe der Nierenhüllen entspringen zum Theil von der *Art. renalis* vor ihrem Eintritte in den *Hilus* und von den Nebennieren und Lendenarterien, zum Theil sind dieselben Aeste der *Arteriae interlobulares*, welche nachdem sie die *Malpighi*'schen Körperchen versorgt haben, hie und da mit feinen Ausläufern noch an die fibröse Hülle gelangen und ein weitmaschiges Capillarnetz in ihr erzeugen, das auch mit dem der sogenannten *Capsula adiposa* zusammenhängt.

Von Saugadern besitzt die Niere verhältnissmässig wenige. Dieselben verlaufen im Innern längs der grösseren Gefässe und scheinen nicht weiter zu reichen als bis zu den *Vasa interlobularia*. Im *Hilus* vereinen sich dieselben zu einigen Stämmchen welche noch Saugadern aus dem Nierenbecken aufnehmen und dann in die Lendendrüsen einmünden. Oberflächliche Saugadern, welche die ältern Anatomen (*Nuck, Cruikshank, Mascagni* u. A.) beschreiben, habe ich ausser in der Fettkapsel noch nicht gesehen, ohne dieselben gerade läugnen zu wollen.

Die Nierennerven vom *Plexus coeliacus* des *Sympathicus* sind ziemlich zahlreich, bilden ein die Arterie umstrickendes Geflecht, haben noch einige Knötchen im Hilus und lassen sich mit den Gefässen bis zu den Interlobulararterien verfolgen. Wo und wie dieselben enden, ist unbekannt.

Alle Gefässe und Nerven werden von einem Bindegewebe getragen, das zugleich als *Stroma* für die secernirenden Elemente dient und in der Marksubstanz viel entwickelter ist als in der Rinde. — An der Oberfläche der Niere verdichtet sich dasselbe zu einem oft recht deutlichen Häutchen von 0,01 — 0,02''' Dicke, das mit der Faserhaut nur locker zusammenhängt, das oberflächliche Capillarnetz zum Theil trägt und durch viele zarte Fortsätze mit dem innern *Stroma* zusammenhängt.

Fig. 250.



Bei Entzündungen und Exsudationen verdichtet sich das *Stroma* häufig so bedeutend, dass es bei der oberflächlichsten Untersuchung zur Anschauung

Fig. 250. Querschnitt durch einige gerade verlaufende Canälchen der Rinde. 350 mal vergr. Vom Menschen. *a.* Querschnitte von Harncanälchen, deren *Membrana propria* allein erhalten ist, *b.* solche wo das Epithel noch vorhanden ist, *c. Stroma* vom Bindegewebe mit länglichen Kernen, *d.* Lücke, die ein *Malp.* Körperchen enthielt.

kommt, ja selbst die Harncanälchen mehr oder weniger verdrängt. Die neu zu demselben hinzukommenden Theile bestehen vorzüglich aus einem in verschiedenen Uebergangsstadien zu Bindegewebe befindlichen faserstoffigen Exsudate, zum Theil auch aus Formen, wie sie dem jungen normalen Bindegewebe eigen sind, wie Spindelzellen. An den *Malp.* Körperchen erscheinen diese Neubildungen in Form concentrischer, oft recht dicker Umlagerungen, welche die zu- und abtretenden Gefässe comprimiren, hierdurch den *Glomerulus* zur Atrophie bringen und die Harnsecretion sehr wesentlich beeinträchtigen. — In andern Fällen ist die Zunahme des *Stroma* nur scheinbar und wird durch das Schwinden der secernirenden Theile bedingt.

§. 190.

Ableitende Harnwege. Der Harnleiter, das Nierenbecken und die Nierenkelche bestehen alle aus einer äussern Faserhaut, einer glatten Muskellage und einer Schleimhaut. Die erstere, aus gewöhnlichem Bindegewebe und elastischen Fasern vorzüglich der feinern Art gebildet, geht da wo die Nierenkelche die Papillen umfassen in die Faserhülle der Niere über. Die Muskellage ist in den Harnleitern sehr deutlich mit äussern longitudinalen und innern queren Fasern, zu denen gegen die Blase zu noch innere Längsfasern kommen. Im Nierenbecken sind die zwei Muskelschichten noch ebenso mächtig wie im Ureter, während sie in den Kelchen immer mehr sich verdünnen und, wo dieselben an die Papillen sich ansetzen, enden. Die Schleimhaut aller dieser Theile ist dünn, ziemlich gefässreich, ohne Drüsen und Papillen und setzt sich sehr verfeinert (von 0,005 — 0,01''' ohne Epithel) auch auf die Nierenpapillen fort, wo sie mit dem innern *Stroma* derselben sich verbindet. Ihr Epithel von 0,02 — 0,04''' Dicke ist geschichtet und zeichnet sich durch die wechselnde Form und Grösse seiner Elemente aus, die in der Tiefe rundlich und klein, in der Mitte cylindrisch oder conisch von 0,01—0,02''' Länge, an der Oberfläche rundlich polygonale, 0,006—0,04''' grosse Zellen oder mehr abgeplattete, bis 0,02''' erreichende Plättchen sind. Auffallend ist das häufige Vorkommen von zwei Kernen in diesen Zellen, sowie von hellen,

Fig. 251.

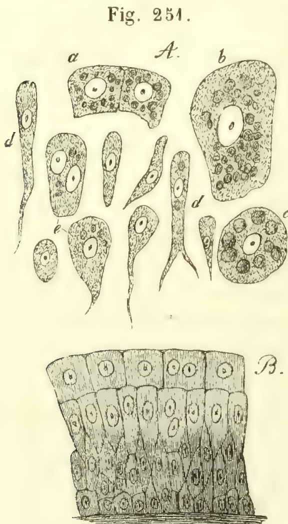


Fig. 251. Epithel des *Pelvis renalis* vom Menschen, 350 mal vergr. *A.* Isolirte Zellen. *B.* Dieselben *in situ*. *a.* Kleine, *b.* grosse Pflasterzellen, *c.* eben solche mit kernartigen Körpern im Innern, *d.* cylindrische und conische Zellen aus den tieferen Lagen, *e.* Uebergangsformen.

mässig dunkelcontourirten runden Körnern von 0,001—0,002''', die manchmal fast das Ansehen von Kernen annehmen.

Die Harnblase besitzt abgesehen von ihrem Peritonealüberzug dieselben Häute wie der Ureter. Die Muskelhaut zeigt äusserlich die bekannte Längsfaserschicht *(Detrusor urinae)* mit mehr parallelen Bündeln, von der aus einzelne Fasern auf den *Urachus* sich fortsetzen, darunter ein Flechtwerk schiefer und querer, stärkerer und schwächerer wirklich netzförmig verschmolzener Bündel, welche die Schleimhaut nicht ganz vollständig bedecken und am Blasenhalse in eine starke zusammenhängende Ringfaserlage *(Sphincter vesicae)* übergehen. Das *Corpus trigonum* am Blasengrund ist eine starke unmittelbar unter der Schleimhaut gelegene Schicht von weissgelblichen Fasern, die mit den die Muskelhaut der Blase durchsetzenden longitudinalen Muskelfasern der Ureteren zusammenhängt und vorzüglich longitudinale zum Theil auch quere feine elastische Elemente, Bindegewebe und glatte Muskelfasern enthält. Die blasse glatte und mässig dicke Schleimhaut hat ausser am Trigonum eine reichliche submucöse Schicht und bildet daher bei zusammengezogener Blase viele Falten. Dieselbe ermangelt der Zotten, ist ziemlich reich an Gefässen, besonders am Blasengrund und Hals, weniger an Nerven, die jedoch besonders am *Fundus* und *Cervix*, wo sie häufiger sind, noch als dunkelrandige feine und mitteldicke Fasern in ihr sich erkennen lassen, und wird von einem 0,03—0,05''' dicken, geschichteten Epithel überzogen, dessen Elemente in der Tiefe in der Regel spindel-, kegel- oder walzenförmig, höher oben rundlich polygonal oder abgeplattet sind und an Unregelmässigkeit denen des Nierenbeckens nicht nachstehen, wozu namentlich die häufig vorkommenden mehrfachen Vertiefungen an der untern Fläche der obersten Zellen zur Aufnahme der Enden der tieferen länglichen Zellen viel beitragen, indem hierdurch eigenthümlich sternförmige und zackige Formen entstehen. Im Blasenhalse und gegen den Grund zu finden sich kleine Drüsen in Form einfacher birnförmiger Schläuche oder kleiner Aggregate von solchen (einfach traubige Drüschen). Dieselben haben bei einer Grösse von 0,04—0,24''', Oeffnungen von 0,02—0,05''', ein cylindrisches Epithel und einen hellen Schleim als Inhalt. In pathologischen Fällen sind dieselben, wie mir *Virchow* sagt, hie und da vergrössert und mit weisslichen Schleimpfröpfen gefüllt.

Die Harnröhre des Mannes wird bei den Sexualorganen besprochen werden. Die des Weibes besitzt eine röthliche Schleimhaut mit vielen Gefässen, namentlich sehr entwickelten Venennetzen im submucösen Gewebe (die *Kobelt* ohne Grund als ein *Corpus spongiosum* beschrieben hat) und einem geschichteten Pflasterepithelium in der Tiefe mit länglichen Zellen wie in der Blase und eine äussere Muskellage, die aus einer mit der *Mucosa* zusammenhängenden, mit viel Bindegewebe und elastischen Fasern untermengten dünnen Schicht longitudinaler und transversaler glatter Muskeln und der mächtigen, vorzüglich der Quere nach verlaufenden Masse des *Musculus urethralis* besteht. Eine gewisse

Zahl grössere und kleinere traubige Schleimdrüschen (*Littre*'sche Drüsen), im Bau denen der Blase gleich nur meist grösser und zusammengesetzter, ergiessen in die Harnröhre ihr Secret. Hie und da findet man dieselben bis zu 2''' vergrössert, die Schleimhaut wulstig vortreibend und in ihren ausgedehnten Schläuchen mit einer colloidartigen Masse gefüllt.

§. 191.

Physiologische Bemerkungen. Entwicklung der Harnorgane. Die Nieren bilden sich nach *Remak* beim Hühnchen als zwei Ausstülpungen aus dem Mastdarm, an denen die Epithel- und Faserschicht desselben sich betheiligen und wachsen wie die Lungen durch Verästelung ihres Epithelialrohres und Massenzunehmens der Faserschicht weiter (*Unters. z. Entw. d. Wirbelth.* Tab. II. Fig. 83—85). Bei Säugethieren ist die erste Entwicklung der Nieren noch nicht beobachtet, dagegen stimmt was wir durch *Rathke*, *J. Müller*, *Valentin* und *Bischoff* über die darauf folgenden Zustände wissen, ganz gut mit den Angaben von *Remak* überein, nur dass hier die Drüsencanäle nach dem Typus der Speicheldrüsen sich zu entwickeln scheinen und nicht von Anfang an hohl sind. Die eben angelegten Nieren enthalten bei Säugethieren anfangs nichts als das Nierenbecken und eine gewisse Zahl mit demselben zusammenhängender kolbenförmiger Höhlen, die Nierenkelche. Von jedem dieser letztern aus bilden sich dann durch fortgesetzte Sprossenbildung Büschel von Harncanälchen, von welchen Büscheln schliesslich jeder zu einer *Malpighi*'schen Pyramide und der dazu gehörigen Corticalsubstanz sich umbildet, während zugleich die Niere in eine entsprechende Zahl von grossen Lappen auswächst. Die Harncanälchen sind anfänglich solid, nur aus Zellen zusammengesetzt, gerade und ohne *Membrana propria*. Im Laufe der Entwicklung entsteht die letztere wahrscheinlich aus einem von den Zellen ausgeschiedenen *Plasma* und bildet sich die Höhlung der Canälchen aus, indem vermuthlich eine Flüssigkeit zwischen den Zellen sich ansammelt, zugleich beginnen die Canälchen rasch in die Länge zu wachsen und sich zu winden. Die *Malpighi*'schen Körperchen sind ursprünglich nichts als solide kolbig verdickte Enden der Anlagen der Harncanälchen. Später werden die innern Zellen dieser birnförmigen oder rundlichen Körper zu Capillaren, die an zwei Orten mit den äusseren Gefässen zusammenhängen, die äussersten zu einem Epithel, das mit dem der Harncanälchen sich verbindet und wie dieses mit einer *Membrana propria* sich umgibt, die natürlich, wo die Gefässe zu und abtreten, fehlt und daher hier wie durchbort wird. — Beim Neugebornen sind nach *Harting* die Nierencanälchen 3 mal enger als beim Erwachsenen, woraus, da die Niere des letzteren nur doppelt so gross ist wie die des Kindes, ersichtlich ist, dass auf jeden Fall nach der Geburt keine Canälchen nachentstehen.

Ueber die physiologischen Verhältnisse merke ich hier nur folgendes an. Es kann nicht in Frage kommen, dass das eigenthümliche Ge-

fässverhalten in der Niere, wonach das Blut eigenthümliche in die Anfänge der Harncanälchen hineinragende Knäuel durchläuft, bevor es in das eigentliche Capillarnetz des Organes übergeht, mit der Ausscheidung von grossen Mengen Wassers durch den Harn im innigsten Zusammenhang steht. Durch die Hindernisse für das Fliessen des Blutes in den *Glomerulis* entsteht in ihnen ein bedeutender Seitendruck und wird eine grosse Menge Blutplasma durch die dünne entgegenstehende Membran (die Haut der Capillaren und das Epithel) getrieben. Da nicht alle Theile des Plasma im Harn sich finden und die vorhandenen in ganz anderen Verhältnissen als im Blut, so ist ersichtlich, dass die besagte Membran nicht einfach wie ein Filter wirkt, sondern aus noch unbekannten Gründen gewisse Stoffe (Proteinverbindungen, Fette) zurückhält, andere dagegen (Harnstoff etc.) mit besonderer Begierde durchgehen lässt. So entsteht in den Anfängen der Harncanälchen wahrscheinlich ein sehr diluirter Harn, der dann, indem er gegen das Nierenbecken abfliesst, mit dem die Harncanälchen umspülenden Blute in Wechselwirkung tritt, neue Stoffe (wahrscheinlich mehr Harnstoff) aus demselben aufnimmt, aber auch gewisse seiner Bestandtheile (Wasser und Salze) abgibt und so erst zum eigentlichen Harne wird.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Niere wissen wir sehr wenig. *Frerichs* (l. c. pg. 42) fand in einer gesunden Niere 16,30—18% feste Theile, 72—73,70 Wasser. Von den erstern betrug das Fett 0,63—0,1%, doch kann dasselbe nach *O. Rees* bis 1,86 steigen, das meiste ist jedoch wahrscheinlich Eiweiss, von dem besonders *Ludwig* gezeigt hat, dass es in grossen Mengen in der Niere sich findet, was nach dem mikro-chemischen Verhalten der Epithelzellen der Harncanälchen nicht befremden kann.

Die Secretion des Harnes geht bei den höhern Geschöpfen ohne Zellenbildung und Zellenauflösung vor sich und daher enthält auch der normale eben ausgeschiedene Harn keine morphologischen Elemente. Nur zufällig finden sich in demselben Epithelzellen aus den ableitenden Harnwegen, besonders der Blase und *Urethra*, dann fast immer Schleim von denselben Localitäten stammend als Wölkchen oder leichtes Sediment hie und da mit Schleimkörperchen, endlich Samenfäden, nach Samenentleerungen. Bei Entzündungen, Blutungen, Exsudationen, Fettbildung in den Nieren zeigen sich Eiterkörperchen, Fetttröpfchen, Blutkügelchen, Blut- und Faserstoffcoagula als Abgüsse der Harncanälchen, in Gestalt cylindrischer Pfröpfe, Epithel der Harncanälchen isolirt oder in zusammenhängenden Strängen oder Schläuchen. Sehr leicht bilden sich in Folge von Zersetzungen Sedimente der Salze des Harns. Ieder normale, nicht sedimentirende Harn geht bei mittlerer Temperatur unter Einwirkung des in ihm enthaltenen Schleimes nach einiger Zeit in saure Gährung über und bildet, während Gährungs- und Fadenpilze sich erzeugen, durch Zersetzung des Harnfarbstoffes Milch- oder Essigsäure, wodurch Harnsäure aus ihren Verbindungen frei wird und in Form rhombischer oder prismatischer, durch den Harnfarbstoff gelb oder röthlich gefärbter Krystalle sich niederschlägt. Früher oder später schwindet die Säure, der Harn wird durch Zersetzung des Harnstoffes, vielleicht auch der Farbstoffe ammoniakhaltig und alkalisch und treten grosse farblose pyramidale Prismen oder sternförmig gruppirte, in Essigsäure lösliche Nadeln von phosphorsaurer

Ammoniak-Magnesia (Tripelphosphat) auf, die mit vielen Infusorien (Vibrionen und Monaden) gemengt, ein oberflächliches Häutchen und mit Körnern von harnsaurem Ammoniak, auch wohl kohlensaurem Kalk ein weisses Sediment bilden. Unter noch unbekannten Verhältnissen und selten erscheinen im Harn die sechsseitigen Prismen des Cystins, häufiger, besonders nach kohlensäurehaltendem Getränk, auch bei Schwangern, die in Essigsäure unlöslichen Octaeder von oxalsaurem Kalk. Ist die Harnsäure vermehrt, wie nach Genuss stickstoffreicher Nahrung, beim Mangel an Bewegung, nach Störung der Verdauung, in Fiebern etc., so bildet sich schon beim Erkalten des Harns ein mehr oder minder reichliches gelbliches Sediment von harnsaurem Natron in Form von isolirten oder haufenweise beisammenliegenden Körnchen, die beim Erwärmen sich lösen. Beginnt nun die saure Gährung, so scheiden sich dann oft die bedeutendsten Sedimente gefärbter Harnsäurekrystalle (ziegelrothe Sedimente) aus. Bei Blasenleiden geht der Harn oft rasch in Alkalescenz über und dann zeigen sich gleich die erwähnten Tripelphosphatkrystalle, die auch bei Schwangern sehr häufig sich finden und anfangs in Form des oben erwähnten Häutchens für eine besondere Substanz (Kiestheïn) gehalten wurden.

Das Vorkommen von Eiweiss, Faserstoff und Fett im Innern der Harncanälchen erklärt sich meiner Meinung nach leicht, wenn man annimmt, dass in solchen Fällen eine Störung der Circulation und vermehrte Ausscheidung von Blutbestandtheilen in den *Malp.* Körperchen und den Harncanälchen statt hat, in Folge welcher die Epithelien dieser Theile, die sich dann auch bekanntlich in Menge im Harn finden, weggespült werden, womit natürlich jedes weitere Hinderniss für den ferneren Uebergang dieser Substanzen beseitigt ist. Ein Durchgehen von Fibrin durch das Epithel ist auch gedenkbar, ebensogut wie z. B. auf der Schleimhaut der Respirationsorgane, doch glaube ich nicht, dass ein dergestalt vermehrter Druck, der eine Transsudation von Faserstoff herbeiführt, die zarten Epithelien unbehelligt lassen wird. — Fehlen einmal die Epithelien, so ist es sehr die Frage, ob dieselben sich rasch wieder bilden und scheint mir, dass das so häufige Vorkommen von geringen Eiweissmengen im Harn oft auf nichts als auf localem, aus diesen oder jenen Gründen herbeigeführtem Mangel von Epithel beruht.

Untersuchung der Nieren. Die Harncanälchen isoliren sich durch Zerzupfen leicht und werden Epithel, *Membrana propria* und *Lumen* deutlich erkannt, wenn zur Befeuchtung Blutserum oder Eiweisslösung genommen wird. Neben ganzen Canälchen finden sich in jedem Präparat viele Epithelzellen einzeln und in Haufen, ja selbst, vor allem in den Pyramiden, als zusammenhängende lange Röhren, welche letztere oft einen eigenthümlichen Anblick gewähren, indem sie meist zusammenfallen, mehr abgeplattete Zellen zeigen und Gefässen ähnlich werden; eben so häufig kommen kürzere oder längere Schläuche der *Membrana propria* vor, die, wenn sie stark gefaltet sind, nicht immer gleich erkannt werden. Bei der Erforschung der Pyramiden verwechsle man die ungemein zahlreichen Gefässe nicht mit *Bellini*'schen Röhrchen oder deren herausgetretenem Epithel. Der Zusammenhang der Harncanälchen mit den *Malp.* Kapseln, ist an Frosch- und Fischnieren bei vorsichtigem Zerzupfen leicht zu finden, aber auch bei Säugethieren wird man selten vergebens darnach forschen, wenn man feine Schnitte erhärtet und besonders injicirte Präparate durchgeht. Die *Glomeruli* selbst erkennt man häufig bei natürlicher Injection, noch besser nach künstlicher Füllung, die mit jeder feinen Masse von den Arterien aus sehr leicht gelingt. Bei solchen Injectionen füllt sich auch, wenn sie gerathen, das ganze Capillarnetz der Rinde und der Pyramiden und lässt sich dann auf senkrechten Schnitten namentlich dieser Theil des Circulationsapparates sehr genügend erkennen. Hierzu nehme man noch von den Venen aus injicirte Nieren, an denen sich nur die Capillarnetze, nicht aber die *Glomeruli* füllen und für das Studium der *Vasa efferentia* von den Arterien aus nicht ganz vollständig gefüllte Präparate. Den Verlauf der Harncanälchen studirt man an feinen Schnitten durch Alcohol, Kochen in verdünnter Salpetersäure und Trocknen *(Wittich)*, oder durch

Chromsäure erhärteter Nieren, die man durch Essigsäure aufhellt, oder an mit dem Doppelmesser gemachten Segmenten frischer, auch injicirter Nieren, an denen man die wichtigsten Verhältnisse, selbst die Theilungen der *Bellini*'schen Röhrchen erkennt, doch ist es immer noch dienlich, die Harncanälchen zu injiciren, wozu von Säugethieren das Pferd am besten sich eignen soll. Dies kann geschehen durch zufällige Extravasatbildung in den *Malp.* Kapseln beim Injiciren der Arterien, wobei jedoch selten mehr als die gewundenen Canälchen sich füllen, besser durch Injection vom Ureter aus unter Mitwirkung der Luftpumpe *(Huschke, Isis* 1826*)* oder indem man, während das Nierenbecken fortwährend nachgefüllt wird, durch Kneten desselben mit der Hand die Masse in die *Bellini*'schen Röhrchen und weiter zu treiben sucht *(Cayla)*. Mittelst sehr feiner Canülen kann man auch einzelne Canälchen direct von den Papillen aus injiciren.

Literatur. *M. Malpighi, de renibus,* in *Exercit. de visc. struct.*; *Al. Schumlansky, Diss. de structura renum, c. tab. Argentor.* 1782, 4.; *W. Bowman, On the structure and use of the Malpighian bodies of the Kidney,* in *Phil. Trans.* 1842. I. pg. 57; *C. Ludwig,* Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion, Marburg 1843 und Art. Niere in Wagn. Handw. II. pg. 628; *J. Gerlach* in Müll. Archiv 1845 und 1848; *Kölliker* in Müll. Arch. 1845; *Remak* in Fror. N. Not. No. 786, 1845, St. 308; *F. Bidder* in Müll. Arch. 1845 u. Untersuchungen über die Geschlechts- und Harnwerkzeuge der Amphibien, Dorpat 1846; *J. Hyrtl* in Zeitschr. d. Wien. Aerzte 1846; *C. v. Patruban,* Beiträge zur Anatomie der menschlichen Niere, in Prag. Viertelj. 1847, III.: *G. Johnson,* Art. *Ren,* in *Cycl. of Anat., Mai* 1848; *V. Carus* in Zeitschr. f. wiss. Zool. II. St. 61; *v. Wittich* in Arch. f. path. Anat. III 1. 1849; *v. Hessling* in Fror. Not. 1849, St. 264 und Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnsecretion, Jena 1851. — Ausserdem sind zu vergleichen die bekannten Handbücher der Anatomie, besonders die von *Henle*, *Valentin*, *J. Müller* und mir, die Schriften über Entwicklungsgeschichte, besonders *Valentin*, *Rathke* Abh. z. Entw. II. pg. 97 und *J. Müller, de gland. sec. structura*, und endlich die Jahresberichte von *Reichert*, 1846 und 1849.

Von den Nebennieren.

§. 192.

Die Nebennieren, *Glandulae suprarenales*, sind paarige Organe, die im Bau noch am meisten den Blutgefässdrüsen sich anschliessen und mit Bezug auf ihre Function gänzlich unbekannt sind. Eine jede Nebenniere besteht aus einer ziemlich festen aber dünnen bindegewebigen Hülle, die das ganze Organ genau umgibt und durch viele Fortsätze mit dem eigentlichen Parenchym sich verbindet, das von einer Rinden- und Marksubstanz gebildet wird. Die erstere, *Subst. corticalis*, ist derber, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}'''$ dick, leicht in der Richtung der Dicke reissend und auf dem Bruche faserig. Ihre Farbe ist gröstentheils weisslichgelb oder gelb, geht jedoch im innersten Drittheile gewöhnlich in braungelb oder braun über, so dass man auf Durchschnitten zwei Lagen, eine äussere breite helle Schicht und einen schmalen dunklen Saum nach innen unterscheidet. Die Marksubstanz ist normal heller als die Rinde und zwar grauweiss mit einem Stich ins röthliche, doch kann dieselbe, wenn ihre zahlreichen Venen mit Blut gefüllt sind, auch eine dunklere

mehr venöse Farbe annehmen. Ihre Consistenz ist geringer als die der Rinde, doch nicht so sehr als man gewöhnlich glaubt, und was ihre Dicke anlangt, so ist dieselbe an den dünnen Rändern und am obern äussern Ende des Organes sehr unbedeutend $\frac{1}{6}-\frac{1}{3}'''$, in der Mitte dagegen und an der untern innern Hälfte steigt dieselbe bis zu 1 selbst $1\frac{1}{2}'''$ an. Beim Menschen löst sich an Leichen die Rindensubstanz äusserst gern von der Marksubstanz los und enthält dann die Nebenniere eine oft das ganze Organ einnehmende Höhle, in welcher ein von der halb zerfallenen braunen Lage der Rinde herrührender und mit Blut vermengter schmutziger Brei, nebst dem mehr unveränderten Mark enthalten ist, welches jedoch in selteneren Fällen ebenfalls zerfällt.

§. 193.

Feinerer Bau. Die Rindensubstanz besitzt als Gerüste ein zartes Maschenwerk von Bindegewebe, das, im Zusammenhange mit der Hülle und von ihr ausgehend, mit dünnen untereinander vereinten Blättern diese ganze Lage durchzieht und eine sehr grosse Menge dicht beisammenstehender senkrecht von aussen nach innen durch die ganze Dicke der Rinde verlaufender Fächer von 0,016—0,02, selbst 0,03''' Breite begrenzt. In diesen Fächern liegt eine körnige Masse, die durch zartere, schief oder querverlaufende bindegewebige Scheidewände, in grössere und kleinere Gruppen vertheilt wird, welche *Ecker* als Drüsenschläuche beschreibt und innerhalb einer structurlosen Haut eine körnige mit Kernen oder auch Zellen gemengte Masse enthalten lässt. Ich habe jedoch in diesen Rindencylindern, wie ich sie nennen will, in den meisten Fällen nichts anderes als rundlicheckige Zellen von 0,006—0,012''' gesehen, und glaube ich, dass *Ecker* durch das seltenere Vorkommen wirklicher Schläuche sich hat bewegen lassen, die compacten im Innern der Rinde vorkommenden Aggregate der genannten Zellen, die von 0,024—0,048—0,06''' Länge besitzen, für besondere Schläuche zu halten. Es sind nämlich die Rindenzellen, die an der äussern und innern Oberfläche der Rinde mehr isolirt in den Fächern zu finden sind, im Innern zu ovalen oder cylindrischen Massen fest vereint, an denen häufig die Umrisse der Zellen zu einer einzigen Gesammtcontour zusammenfliessen. Nie wollte es mir jedoch gelingen eine andere die Zellen umschliessende Hülle als das Bindegewebe der entsprechenden Fächer zu finden und fast immer gelang auch durch Druck oder Zusatz von Alkalien die Isolirung der

Fig. 252.

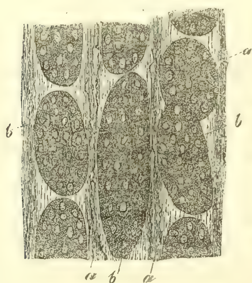
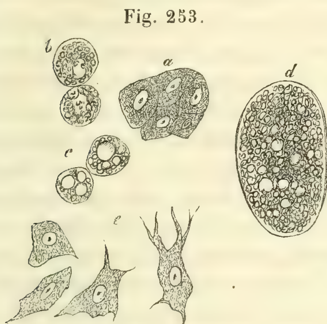


Fig. 252. Ein Stückchen eines senkrechten Schnittes durch die Rinde der Nebenniere des Menschen. *a.* Scheidewände von Bindegewebe, *b.* Rindencylinder, deren Zusammensetzung aus Zellen mehr oder weniger deutlich ist. Vergr. 300.

Zellen, ohne dass ein besonderer Schlauch zum Vorschein kam. Wirkliche Schläuche sah ich bisher nur in den innern Theilen der Rinde, als 0,02—0,03''' grosse runde oder ovale Blasen, in deren Innern keine Zellen, wie sie die Rindencylinder bilden, sondern nur ein Aggregat von Fetttropfen zu erkennen war und die ich für vergrösserte Zellen zu halten geneigt bin. Der Inhalt der Rindenzellen besteht normal aus feinen Körnern einer stickstoffhaltigen Substanz, dazu kommen aber fast immer einzelne Fettkörnchen, die in vielen Fällen (bei gelber Rindensubstanz) in solcher Menge vorhanden sind, dass sie die Zellen ganz erfüllen, welche dann Leberzellen aus Fettlebern täuschend ähnlich sehen. In der braunen Lage der Rinde sind die Zellen mit braunen Pigmentkörnchen ganz gefüllt.

Fig. 253.



Die Marksubstanz hat ebenfalls ihr *Stroma* von Bindegewebe, welches als Ausläufer der Rindenblätter mit meist zarteren Bündeln das ganze Innere durchzieht und ein Netzwerk mit ziemlich engen rundlichen Maschen darstellt. In denselben liegt eine blasse feinkörnige Masse, in der ich beim Menschen bei sorgfältiger Behandlung und in frischen Präparaten fast immer blasse Zellen von 0,008 bis 0,016''' erkenne, die durch ihren feinkörnigen, hie und da mit einigen wenigen Fett- oder Pigmentkörnchen versehenen Inhalt, ihre häufig sehr schönen Zellenkerne mit grossen *Nucleoli*, ihre eckigen Formen und hie und da vorkommende, ein- oder mehrfache, selbst verästelte Ausläufer, an die Nervenzellen der Centralorgane erinnern, ohne jedoch mit Bestimmtheit als solche angesprochen werden zu können.

§. 194.

Gefässe und Nerven. Die Blutgefässe der Nebennieren sind zahlreich, liegen in dem bindegewebigen *Stroma* und bilden zweierlei Capillarnetze, eines in der Rinde mit länglichen Maschen, eines im Mark mit mehr rundlichen Zwischenräumen. Die Arterien entspringen als viele (bis zu 20) kleine Stämmchen aus den benachbarten grösseren Arterien *(Phrenica, Coeliaca, Aorta, Renalis)* und dringen theils direct ins Mark, theils verästeln sie sich in der Rinde. Die letztern zahlreicheren überziehen mehrfach verästelt die äussere Oberfläche des Organes und bilden schon in der Hülle desselben ein weiteres Capillarnetz. Dann senken sie sich,

Fig. 253. Aus der Nebenniere des Menschen *a.* fünf mit blassem Inhalt gefüllte Zellen von der Spitze eines Rindencylinders, *b.* pigmentirte Zellen aus der innersten Schicht der Rinde, *c.* fetthaltige Zellen aus einer gelben Rindenschicht. *d.* eine grössere mit Fett gefüllte Cyste aus einer solchen Rinde (Drüsenschlauch *Ecker)*, *e.* Zellen aus der Marksubstanz zum Theil mit Fortsätzen. Vergr. 350.

in viele feine Zweige aufgelöst in die Bindegewebssepta der Rinde ein, verlaufen in diesen immer feiner werdend gerade gegen das Mark zu und hängen unterwegs durch ziemlich zahlreiche Queranastomosen zusammen, so dass die Rindencylinder von allen Seiten von Blut umgeben sind. Die Enden dieser Gefässe gelangen bis ins Mark und bilden in demselben gemeinschaftlich mit den direct in dasselbe eindringenden Arterien (von denen jedoch nach *Nagel* beim Schaf einzelne aus dem Mark ganz an die Rinde gehen) ein reicheres Capillarnetz etwas stärkerer Gefässe. Die Venen entspringen vorzüglich aus diesem letztern Capillarnetz und vereinen sich innerhalb der Marksubstanz zur Hauptvene des Organes, der *V. suprarenalis*, die an der vordern Fläche aus dem sogenannten *Hilus* hervortritt und rechts in die Hohlvene, links in die Nierenvene sich einsenkt. Ausserdem kommen aus der Rinde noch eine ziemliche Zahl kleinerer Venen hervor, die zum Theil paarig die Arterien begleiten und in die Nieren- und Zwerchfellsvenen und in die untere Hohlvene einmünden. — Von Lymphgefässen habe ich bisher nur einige Stämmchen an der Oberfläche des Organes, dagegen keine im Innern oder aus demselben herauskommende gesehen. Die Nerven der Nebennieren sind, wie *Bergmann* richtig angegeben hat, ungemein zahlreich und stammen aus dem *Ganglion semilunare* und dem *Plexus renalis*, nach *Bergmann* auch einem kleinen Theile nach aus dem *Vagus* und *Phrenicus*. Ich zählte beim Menschen an der rechten Nebenniere 33 Stämmchen, 8 von $1/5 - 1/10'''$, 5 von $1/14 - 1/20'''$, 7 von $1/25 - 1/33'''$ u. 13 von $1/45 - 1/50'''$ und fand dieselben ohne Ausnahme nur oder doch ungemein vorwiegend aus dunkelrandigen feineren und mitteldicken, selbst dicken Nervenröhren gebildet, weisslich oder weiss und mit einzelnen grösseren und kleineren Ganglien besetzt. Dieselben treten besonders an die untere Hälfte und den innern Rand des Organes heran und scheinen alle für die Marksubstanz bestimmt zu sein, in der man wenigstens bei Säugethieren in die Bindegewebsbalken eingeschlossen ein äusserst reichliches Netz dunkelrandiger feinerer Röhren findet, ohne dass irgendwo Endigungen zu erkennen sind. Beim Menschen ist das Mark meist so verändert, dass man die Nerven nur bis zum Eintritte in dasselbe, nicht aber in ihrer weiteren Verbreitung zu verfolgen im Stande ist.

Fig. 254.

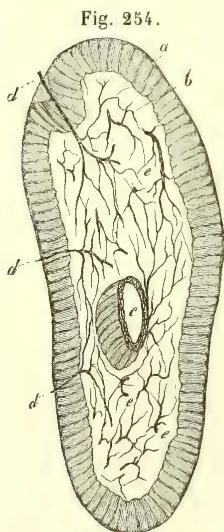


Fig. 254. Querschnitt der Nebenniere des Kalbes, etwa 15 mal vergr. mit Natron, behandelt. *a*. Rinde, *b*. Mark, *c*. Centralvene von etwas Rindensubstanz umgeben, *d*. drei eintretende Nervenstämme, *e*. Nerven und ihre Ausbreitung im Innern.

§. 195.

Physiologische Bemerkungen. Die Nebennieren entwickeln sich gleichzeitig mit den Nieren und unabhängig von ihnen aus einem von dem mittleren Keimblatte *(Remak)* stammenden Blasteme, über dessen erstes Auftreten und Wachsen nichts bekannt ist, und sind anfänglich grösser als die Nieren. Im 3. Monate werden beide Organe gleich; beim 6monatlichen Embryo verhalten sich die Nebennieren dem Gewichte nach zu den Nieren wie 2 : 5, beim reifen Fötus wie 1 : 3, beim Erwachsenen wie 1 : 8 *(Meckel)*. Bei Säugethieren sind die Nebennieren von Anfang an kleiner als die Nieren und wachsen auch in gleichem Verhältnisse wie sie. — Ueber die histologische Entwicklung des Organes ist wenig bekannt. Ich untersuchte dieselbe bisher nur bei einem 3monatlichen Embryo, wo ich wie *Ecker* die Rinde weisslich, das Mark weissröthlich und beide aus Zellen und Fasern bestehend fand. Die Zellen maassen 0,012—0,02''', hatten schöne zum Theil colossale Kerne mit prächtigen *Nucleoli* und in der Rinde auch Fettmolecüle. Von den Nerven sah ich noch nichts. Von Schläuchen sah *Ecker* bei einem neugebornen Kaninchen noch nichts, dagegen fand er dieselben bei Rindsembryonen von 1' 6'' Länge sehr deutlich, aber klein von 0,05—0,15 Mm.

Mit Bezug auf die Functionen der Nebennieren so lässt sich vorläufig beim Mangel aller physiologischen Anhaltspunkte und so lange nicht der Verlauf der Nerven in denselben viel genauer bekannt ist, nichts anderes als etwas ganz Allgemeines sagen. Ich halte die Rinden- und Marksubstanz für physiologisch verschieden. Die erste kann vorläufig zu den sogenannten Blutgefässdrüsen gestellt und ihr eine Beziehung zur Secretion zugeschrieben werden, während die letztere ihres ungemeinen Nervenreichthums halber als ein zum Nervensysteme gehörender Apparat bezeichnet werden muss, in dem die zelligen Elemente und die Nervenplexus entweder in ähnlicher Weise auf einander einwirken wie in grauer Nervensubstanz oder in noch ganz unermittelten Beziehungen zu einander stehen. (Ausführlicheres in meiner *Mikr. Anat.* II. 2. Zweite Hälfte).

Zur Untersuchung der Nebenniere wähle man vor allem grössere Säugethiere und dann erst den Menschen. Die Rinde ist leicht zu erforschen, wenn ihre Elemente wenig Fett enthalten und empfehlen sich vor allem feine senkrechte Schnitte frischer oder in Alcohol und Chromsäure erhärteter Objecte, die man durch etwas Natron aufhellt. Die Marksubstanz zerfällt auch bei Thieren sehr leicht, so dass ihre Elemente nicht oder nur zum Theil in ihren normalen Verhältnissen sichtbar werden, doch sieht man dieselben hie und da ohne Weiteres recht hübsch, ebenso in Chromsäurepräparaten. Die Nerven findet man bei Thieren auf feinen Segmenten nach Natronzusatz äusserst leicht und lässt sich, wenn man gerade an den äusserlich sichtbaren Eintrittsstellen derselben einschneidet, ihr Durchtreten durch die Rinde leicht zur Anschauung bringen. Für die Gefässe müssen, am besten beim Schaf, oder Spanferkel, Injectionen gemacht werden, die sowohl von der Arterie als der klappenlosen Vene aus leich gelingen.

Literatur. *Nagel*, *Diss. sistens ren. succ. mammal. descript. Berol.* 1838 und Müll. Arch. 1836; *C. Bergmann*, *Diss. de glandulis suprarenal.*, *c. tab. Gött.* 1839; *A. Ecker*, Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den 4 Wirbelthierclassen, Braunschweig 1846 und Art. Blutgefässdrüsen in Wagn. Handw. der Phys. Bd. IV. 1849; *H. Frey*, Art. *Suprarenal capsules,* in *Todd's Cyclop. of Anat. Oct.* 1849.

Von den Geschlechtsorganen.

A. Männliche Geschlechtsorgane.

§. 196.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen 1) aus zwei den Samen secernirenden Drüsen, den Hoden, die nebst besonderen Hüllen, den Scheidenhäuten, im Hodensack enthalten sind, 2) aus den Ausführungsgängen derselben, den Samenleitern und Ausspritzungsgängen nebst ihren Anhängen, den Samenblasen, 3) aus den Begattungsorganen, dem männlichen Gliede und seinen Muskeln, 4) endlich aus besonderen Anhangsdrüsen, der *Prostata* und den *Cowper*'schen Drüsen.

§. 197.

Die Hoden, *Testes,* sind zwei ächte Drüsen, welche innerhalb einer besonderen Hülle, der *Tunica albuginea sive fibrosa,* die secernirenden Elemente in Gestalt vielfach gewundener Röhrchen, den Samencanälchen, enthalten. Die Hülle (Fig. 255 *e*) ist eine weisse, derbe und dicke Haut, die im Bau mit andern fibrösen Häuten *(Dura mater* vor allem) ganz übereinstimmt, und als geschlossene Kapsel das Hodenparenchym überall umschliesst. Ihre äussere Fläche ist ausser da, wo der Nebenhoden am Hoden anliegt, durch einen besonderen Ueberzug *(Tunica adnata)* glatt und glänzend, während die innere durch eine dünne Schicht von lockerem Bindegewebe mit der Hodensubstanz sich verbindet

Fig. 255.

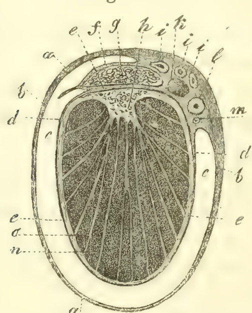


Fig. 255. Querschnitt durch den rechten menschlichen Hoden und seine Häute. *a. Vaginalis communis*, *b. Vaginalis propria,* äussere Lamelle, *c.* Höhle der *Propria,* die im Leben fehlt, *d.* innere Lamelle der *Propria (Adnata)* mit *e.* der *Albuginea* verschmolzen, *f.* Uebergang der *Propria* auf den Nebenhoden *g*, *h.* Highmor'scher Körper. *iii.* Aeste der *Arteria spermatica*, *k. Vena spermatica interna*, *l. Vas deferens*, *m. Art. deferentialis*, *n. Lobuli testis*, *s. Septula.*

und ausserdem noch durch eine bedeutende Zahl von Fortsätzen in das Innere desselben eindringt. Unter diesen ist das *Corpus Highmori*, s. *Mediastinum testis*, das als eine senkrechtstehende, $^3/_4$—1″ lange, am Ursprunge dicke Lamelle von derbem Bindegewebe vom hintern Rande des Hodens etwa 3—4‴ tief ins Innere eindringt, der bedeutendste (Fig. 255 *h*), dazu kommen aber noch viele von der gesammten innern Oberfläche der *Albuginea* ausgehende platte, aus lockerem Bindegewebe bestehende Fortsätze, *Septula testis* (Fig. 255 *s*), welche die einzelnen Abtheilungen des Drüsengewebes von einander sondernd und die Gefässe desselben tragend von allen Seiten gegen das *Corpus Highmori* zusammentreten und zugespitzt an den Rand und die Flächen desselben sich ansetzen.

Die Drüsensubstanz des Hodens ist nicht durchweg gleichartig, sondern besteht aus einer gewissen Zahl (100—250) birnförmiger, jedoch nicht überall vollständig von einander gesonderter Läppchen, *Lobuli testis*, welche alle mit ihren Spitzen gegen den *Highmor*'schen Körper convergiren, in der Nähe desselben am kürzesten, zwischen den Rändern des Organes dagegen am längsten sind (Fig. 255 *n*, 257 *b*). Ein jedes dieser Läppchen wird von 1—3 $^1/_8$—$^1/_{15}$‴ dicken Samenröhrchen oder Samencanälchen *Tubuli s. canaliculi seminiferi s. seminales*, gebildet, welche vielfach gewunden und in ihrem Laufe ziemlich häufig sich theilend, auch wohl anastomosirend, eine compacte Masse bilden und zuletzt am dicken Ende der Läppchen mehr im Innern oder an der Oberfläche derselben blind oder mit Schlingen enden (Fig. 256). Die Samencanälchen eines Läppchens, obschon durch etwas Bindegewebe und Gefässe mit einander verbunden, lassen sich doch durch sorgfältige Präparation in grosser Ausdehnung, ja selbst ganz isoliren und ergibt sich die Länge eines derselben nach *Lauth* zu 13—33″. — An dem spitzen Ende eines jeden Läppchens werden die Samencanälchen mehr gerade und treten dann jedes für sich oder die 2—3 aus einem Läppchen stammenden zu einem Canälchen vereint, als *Ductuli recti* von $^1/_{10}$‴ Durchmesser (Fig. 257 *c*) in die Basis des *Highmor*'schen Körpers ein, woselbst sie ein in dessen ganzer Länge sich erstreckendes, sehr dichtes, 2—3‴ breites, 1 $^1/_2$‴ dickes Geflecht, das Hodennetz, *Rete testis (R. vasculosum Halleri)* bilden (Fig. 257 *d*). Aus dem obern Ende dieses Geflechtes, dessen Canälchen von $^1/_{12}$—$^1/_{33}$‴ (0,03—0,08‴) messen, treten 7—15 ausführende Samencanälchen, *Vasa efferentia testis s. Graafiana*, von $^1/_5$—$^1/_6$‴ (0,16—0,18‴) hervor (Fig. 257 *e*), die, die *Albuginea* durchbohrend, in den Nebenhoden übergehen. Hier verschmälern sich dieselben bis zu $^1/_8$ und $^1/_{10}$‴, winden sich in

Fig. 256.



Fig. 256. Schema des Verlaufes eines Samencanälchens.

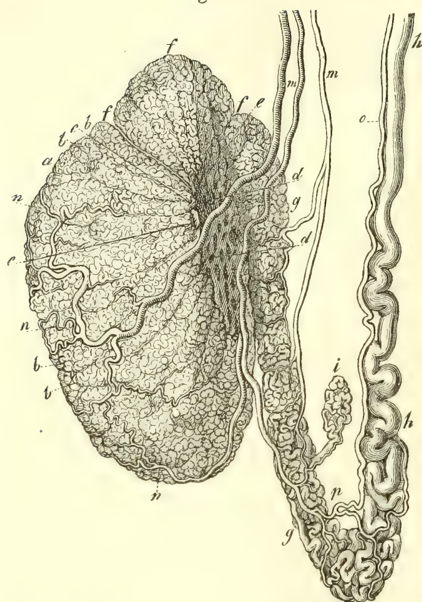


Fig. 257.

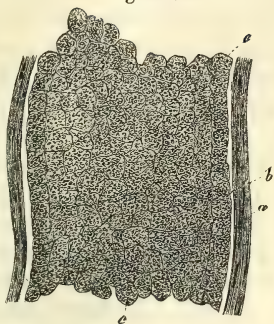
ganz ähnlicher Weise wie die Samencanälchen in den Hodenläppchen, jedoch ohne Theilungen und Anastomosen zu bilden, so dass eine gewisse Zahl kegelförmiger, mit den Spitzen gegen den Hoden zugewendeter Körper, die Samenkegel, *Coni vasculosi (s. Corp. pyramidalia)*, enstehen (Fig. 257 *f*). Diese Samenkegel setzen, indem sie durch Bindegewebe untereinander sich vereinen, den Kopf des Nebenhodens zusammen und aus ihren Canälchen, die am hintern obern Rande des Nebenhodens nach und nach miteinander zusammenfliessen, entsteht dann der einfache, 0,16—0,2‴ dicke Canal der *Epididymis* (Fig. 257 *g*), der in bekannter Weise gewunden den Körper und Schweif des Nebenhodens bildet, an seinem untern Ende gewöhnlich einen blinden Ausläufer *(Vas aberrans Halleri)* abgibt (Fig. 257 *i*) und dann in den anfangs ¼ — ⅓‴ weiten und noch gewundenen, bald geraden und ¾ — 1‴ weiten Samenleiter (Fig. 257 *h*) übergeht. — Auch der Nebenhoden hat eine, jedoch sehr dünne (⅙‴) Faserhaut von grauweisser Farbe.

§. 198.

Bau der Samencanälchen, *Sperma.* Die Samencanälchen des Hodens sind entsprechend ihrem Durchmesser, etwas derber gebaut als andere Drüsencanäle und bestehen aus einer Faserhaut und einem Epithel. Erstere von 0,0024—0,005‴, im Mittel 0,003—0,004‴ Dicke, wird aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit Längskernen ohne Muskeln und selten mit einer Andeutung von elastischen Fibrillen zusammengesetzt und ist ziemlich fest und dehnbar. Eine einfache Lage rundlicher polygonaler Zellen von 0,005 — 0,008‴, hie und da mit Andeutung einer *Membrana propria* als Unterlage, an der innern Fläche derselben

Fig. 257. Hoden und Nebenhoden des Menschen. Nach *Arnold*. *a*. Hoden, *b*. Läppchen des Hodens, *c*. *Ductuli recti*, *d*. *Rete vasculosum*, *e*. *Vascula efferentia*, *f*. *Coni vasculosi*, *g*. Nebenhoden, *h*. *Vas deferens*, *i*. *Vas aberrans*, *m*. Aeste der *Spermatica interna* des Hodens und Nebenhodens, *n*. Ramification am Hoden, *o*. *Art. deferentialis*, *p*. Anastomose mit einem Zweig der Spermatica.

Fig. 258.



vervollständigt den Drüsencanal, der so eine Wand von 0,007—0,01''' Gesammtdicke erhält. In jugendlichen Subjecten sind diese Zellen blass und fein granulirt, mit den Jahren sammeln sich jedoch in ihnen immer mehr Fettkörnchen an, die bald eine leicht gelbliche, zum Theil bräunliche Farbe der Samencanälchen bedingen, die schon bei Männern von mittlerem Alter sehr häufig und ohne Ausnahme im Alter gefunden wird. — Denselben Bau wie die Hodencanälchen besitzen auch die *Ductuli recti*, wogegen im *Rete testis* eine besondere Faserhaut nicht unterschieden werden kann und die Canäle derselben mehr nur wie von einem Epithel ausgekleidete Lücken in dem derben fibrösen Gewebe des *Highmor*'schen Körpers erscheinen. In den *Coni vasculosi* tritt die Faserhaut wieder auf und kommt nun bald auch eine Lage glatter Muskeln dazu, die mit queren und Längsfasern noch an Canälen von $^1/_5$ bis $^1/_6$''' zu erkennen ist. Die dickeren Theile des Nebenhodencanales sind ebenso gebaut wie der Samenleiter (siehe unten), mit einem cylindrischen Epithel, das übrigens schon in dem Kopf des Nebenhodens beginnt.

Der Inhalt der Samencanälchen ist mit dem Alter verschieden. Bei Knaben und jungen Thieren finden sich in den engeren Canälchen nichts als kleine helle Zellen, von denen die äussersten als Epithelialzellen genommen werden können, jedoch nicht immer deutlich von den andern sich unterscheiden. Zur Zeit der Geschlechtsreife nehmen mit der Vergrösserung der Samencanäle auch die in ihnen enthaltenen Elemente an Umfang zu und wenn nun wirklich die Bildung des Samens eingeleitet ist, erscheinen dieselben als 0,005—0,03''' helle runde Zellen und Cysten, die je nach der Grösse eine verschiedene Zahl von 1—10, ja selbst 20 helle Kerne von 0,0025—0,0035''' mit Kernkörperchen umschliessen. Ein Epithelium ist um diese Zeit in vielen Fällen nicht deutlich, vielmehr die Samencanälchen einzig und allein von den genannten Zellen eingenommen, andere Male und zwar besonders bei vorgerücktern Jahren findet sich dasselbe mit seinen fett- oder pigmenthaltigen Zellen vor und umschliesst die andern Elemente. Diese nun sind, mögen sie in dieser oder jener Weise auftreten, die Vorläufer des Samens, der im reifen Zustande einzig und allein aus einer höchst geringen Menge eines zähen Fluidums und unzähligen kleinen, linearen, mit eigenthümlicher Bewegung begabten Körperchen, den Samenfäden, *Fila spermatica*, oder Samenthierchen, Spermatozoa (auch Spermatozoiden) besteht. Diese Samenfäden sind vollkommen homogene, weiche Körperchen, an denen

Fig. 258. Stück eines Samencanälchens des Mannes, 350mal vergr. *a.* Faserhülle mit Längskernen, *b.* Heller Saum, wahrscheinlich eine *Membrana propria*, *c.* Epithel.



ein dickerer Theil, der Körper, auch Kopf, und ein fadenförmiger Anhang, der Faden oder Schwanz unterschieden werden. Der erstere ist abgeplattet, von der Seite birnförmig, mit dem spitzen Ende nach vorn, von der Fläche eiförmig oder selbst vorn abgerundet und zugleich, jedoch mehr nach vorn zu, leicht napfförmig ausgehöhlt, so dass er in der Mitte bald hell, bald dunkel erscheint. Seine Grösse beträgt 0,0016—0,0024‴ Länge, 0,008—0,0015‴ Breite, 0,0005—0,0008‴ Dicke und sein Aussehen ist, je nachdem er auf der Fläche oder Kante liegt, heller oder dunkler, immer mit einem eigenthümlichen fettartigen Glanz und namentlich in der Seitenansicht dunkeln Contouren. Der blasse Faden hat im Mittel 0,02‴ Länge, ist vorn, wo er durch eine Einschnürung mit dem breiteren Ende des Körpers sich verbindet, breiter (von 0,0003—0,0005‴) und ebenfalls platt, und läuft allmälig in eine ganz feine, selbst bei den besten Vergrösserungen kaum sichtbare Spitze aus. Aus diesen Körperchen und hie und da einzelnen mehr zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellen, findet man den Samen im ganzen Laufe des Samenleiters und im Schwanze des Nebenhodens bei kräftigen Männern zusammengesetzt, wogegen im obern Theile von diesem und im Hoden selbst noch andere Elemente und zwar die oben geschilderten Zellen und Cysten immer vorwiegender werden und zuletzt allein zurückbleiben. Diese Samenzellen und Cysten, wie ich sie nenne, stehen in einer bestimmten Beziehung zu den Samenfäden, und zwar entwickelt sich, wie ich zuerst nachgewiesen habe, in jedem Kerne derselben ein Samenfaden als ein an der Innenwand desselben spiralig mit 2—3 Windungen angelagerter Körper. Wie derselbe eigentlich entsteht ist unbekannt, höchst wahrscheinlich als eine Art Niederschlag aus dem Kerninhalte, der zugleich mit seinem Auftreten sich auf-

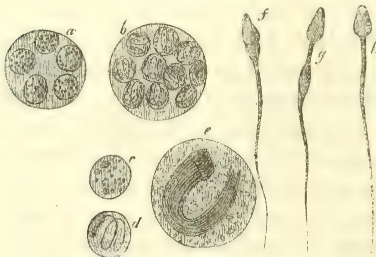


Fig. 259. Samenfäden des Menschen. 1. 350 mal vergr. 2. 800 mal vergr. *a.* von der Seite, *b.* von der Fläche.

Fig. 260. Entwicklung der Samenfäden des Kaninchens. *a.* Mutterzelle (Cyste) mit 5 Kernen, *b.* eine solche mit 10 Kernen, von denen jede einen zusammengerollten Samenfaden enthält, *c.* ein isolirter Kern mit Kernkörperchen, *d.* ein solcher mit dem Samenfaden, *e.* eine Cyste mit einem Bündel von Samenfäden, *ff. gg.* noch unreife Samenfäden mit Anschwellungen am fadenförmigen Theile, *h.* ein fertiger Samenfaden. *abc* 350 mal, *d—h* 500 mal vergr.

hellt, nach Art der Bildung der Spiralfasern der Pflanzenzellen, dagegen kann so viel als ausgemacht bezeichnet werden, dass der Hoden selbst der eigentliche Heerd dieser Entwicklung ist, so dass man unter normalen Verhältnissen sicher sein kann, in den innern Theilen desselben, oft in allen Samencanälchen ohne Ausnahme entwickelte Samenfäden in ihren Kernen zu finden. Im gesetzmässigen Laufe der Dinge werden die Samenfäden im Hoden selbst nicht oder nur dem kleinsten Theile nach frei und die Samencanälchen sind daher nichts weniger als der Ort, in dem man nach Samenfäden zu suchen hat, obschon man sie auch hier bei Wasserzusatz nie vermissen wird, weil durch dasselbe die umschliessenden Theile platzen, vielmehr geschieht dies erst im *Rete testis* und den *Coni vasculosi*. Zuerst bersten die Kerne und kommen die Samenfäden in die Samenzellen zu liegen, in welchen sie, wenn sie zu vielen (10—20) vorhanden sind, ganz regelmässig mit den Köpfen und Schwänzen zusammen in ein gebogenes Bündel aneinander sich legen, oder wenn sie in geringerer Zahl sich finden, ohne Ordnung durcheinander liegen. Endlich platzen auch diese Zellen und Cysten, die Samenfäden werden frei und erfüllen nun zum Theil noch in Bündeln, die jedoch ebenfalls bald sich lösen, zum Theil isolirt im dichtesten Gewirr den Nebenhoden ganz. In dessen unterem Theile ist der ganze Entwicklungsprocess in der Regel geschlossen, doch geschieht es nicht selten, dass einzelne Zwischenformen auch noch weiter geführt werden und erst im Samenleiter ans Ziel ihrer Ausbildung gelangen.

Der Samen als Ganzes betrachtet ist, wie er im *Vas deferens* sich findet, eine weissliche, zähe, geruchlose Masse, die fast nur aus Samenfäden besteht und zwischen denselben äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit enthält. Die chemische Zusammensetzung dieses reinen Samens ist beim Menschen noch nicht erforscht, dagegen wissen wir durch *Frerichs* vom Samen des Karpfen, dass die Samenflüssigkeit kein Eiweiss, etwas wenigen Schleim und von Salzen Chlornatrium und geringe Mengen von schwefel- und phosphorsauren Alkalien enthält, während die Spermatozoen aus einer Proteinverbindung (nach *Frerichs Proteinbioxyd)* bestehen und daneben 4,05% eines gelblichen butterartigen Fettes und 5,21% phosphorsauren Kalk enthalten. — Der ejaculirte Samen ist ein Gemeng reinen Samens und des Secretes der Samenbläschen, der *Prostata* und der *Cowper*'schen Drüsen. Derselbe ist mehr farblos, opalisirend, von alkalischer Reaction und eigenthümlichem Geruch; bei der Entleerung zähflüssig und klebrig wie Eiweiss wird derselbe beim Erkalten gallertartig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und flüssig. Mikroskopisch untersucht findet man in demselben neben den Spermatozoen eine ziemliche Menge einer hellen Flüssigkeit, die bei Wasserzusatz in unregelmässigen weisslichen Flocken und Fetzen erscheint und unzweifelhaft vorzüglich aus den Samenbläschen stammt. Diese gelatinirende Substanz, die *Henle* als Fibrin bezeichnete und *Leh-*

mann für Natronalbuminat hält, ist von *Vauquelin*, der menschlichen entleerten Samen analysirte, zusammen mit der Substanz der Samenfäden, als *Spermatin* bezeichnet worden, wovon er 6% fand, während sonst noch 90% Wasser, 3% Erdphosphate und 1% Natron vorhanden waren. — Trocknet man Sperma ein, so bilden sich unzählige Krystalle von phosphorsaurer Talkerde-Ammoniak zwischen den unversehrten Spermatozoen, welche überhaupt, wahrscheinlich ihres bedeutenden Gehaltes an Kalk wegen, schwer zerstörbar sind. Dieselben lassen sich in Samenflecken noch nach langer Zeit beim Aufweichen derselben nachweisen, widerstehen in Wasser und thierischen Flüssigkeiten der Fäulniss sehr lange (*Donné* sah sie noch nach drei Monaten in faulem Harn) und bleiben selbst beim Glühen der Form nach unverändert zurück (*Valentin*). Essigsäure greift die Samenfäden wenig an. Caustisches Kali und Natron machen dieselben erblassen und lösen sie nach 15—30 Minuten auf. Salpetersäure von 20% verändert sie anfangs kaum und löst sie später. In Schwefelsäure werden sie ungemein blass, quellen auf, lösen sich aber durchaus nicht gleich, wie z. B. die Epithelzellen der Samencanälchen. Durch Salpetersäure und Kali färben sich dieselben nicht gelb, ebensowenig durch Zucker und Schwefelsäure roth. Salpetersaures Kali von 6% löst sie nicht. Die Bewegungen der Samenfäden fehlen im reinen Samen ganz oder fast ganz, da derselbe zu concentrirt ist, vielmehr treten dieselben erst im Inhalte der Samenbläschen und im ejaculirten Samen auf, oder wenn man reinen Samen verdünnt. Dieselben kommen einzig und allein durch abwechselndes Zusammenkrümmen und Ausstrecken oder schlängelnde Bewegungen der fadenförmigen Anhänge zu Stande und bewirken so lebhafte und mannigfache schlängelnde, drehende, zuckende Ortsbewegungen, wobei der Kopf immer vorangeht, so dass man früher die Samenelemente für Thiere nahm. — Die Dauer der Bewegungen richtet sich nach verschiedenen Umständen. In Leichen nimmt man dieselbe nicht selten 12—24 Stunden nach dem Tode noch wahr (*Valentin* sah sie einmal schwach noch nach 84 Stunden) und in den weiblichen Genitalien bewegen sie sich bei Säugethieren noch nach 7 und 8 Tagen. Wasser macht die Bewegungen anfangs lebhafter, bald aber hören dieselben auf und rollen sich nicht selten die Fäden schlingenförmig oder ösenartig auf. Blut, Milch, Schleim, Eiter, Zuckerwasser und eine verdünnte Salzlösung schaden in der Regel nicht, schon eher Harn und Galle, ersterer namentlich wenn er stark sauer ist oder sehr verdünnt. Alle chemischen Agentien, Säuren, metallische Salze, caustische Alkalien etc. heben die Bewegung auf, Narcotica dann, wenn sie chemisch auf die Substanz der Samenfäden einwirken oder zu verdünnt sind.

Die Bildung der Samenfäden und des Samens hört zwar in der Regel im Alter auf, doch finden sich gar nicht selten auch bei Sechzigern, Siebenzigern, ja selbst bei Achtzigern Samenfäden und selbst — freilich als ungewöhnliche Erscheinung — Zeugungsfähigkeit. Nach Krankheiten werden die Samenfäden ebenso häufig gefunden als vermisst, und lässt sich

über die Ursache ihres Mangels nur das angeben, dass derselbe vorzüglich auf Störungen der Ernährung zu beruhen scheint.

§. 199.

Hüllen, Gefässe, Nerven des Hodens. Der Hoden sammt seiner Faserhaut und ein Theil des Nebenhodens werden zunächst von der eigenen Scheidenhaut, *Tunica vaginalis propria* (Fig. 255. *b. d. f.*), umschlossen, einer dünnen serösen Haut, die einmal ein Theil des Bauchfelles ist und im Bau demselben entspricht. Ihr Epithelium aus einer 0,005‴ dicken Lage heller polygonaler, 0,005—0,008‴ grosser Zellen mit schönen Kernen und hie und da einzelnen gelblichen Pigmentkörnern gebildet, sitzt am Hoden der *Fibrosa* unmittelbar auf, oder ist wenigstens hier als sogenannte *Tunica adnata testis* oder als viscerale Lamelle der *Propria* untrennbar mit der *Fibrosa* verschmolzen, während am Nebenhoden die *Serosa* sich deutlich isoliren lässt und wie in ihrem parietalen Blatte aus straffem Bindegewebe mit länglichen Kernen untermengt besteht. Die allgemeine Scheidenhaut des Hodens, *Tunica vaginalis communis*, ist eine derbe, ziemlich dicke, am Hoden aus festem Bindegewebe gebildete, höher oben aus mehr lockerem Faserwerk mit elastischen Fasern bestehende Haut, die die *Vaginalis propria* eng umschliesst und auch den Samenstrang und das untere Ende des Nebenhodens umhüllt. Zwischen ihr und der *Propria* und dem Nebenhoden liegt ungefähr den 2 unteren Drittheilen des Hodens entsprechend, eine mit beiden Theilen fest verbundene Lage glatter Muskeln, innere Muskelhaut des Hodens, während an ihre äussere Seite der aus quergestreiften Fasern gebildete *Cremaster* sich inserirt. Der Hodensack endlich besteht aus der mit der *Communis* locker verbundenen äusseren Muskelhaut des Hodens oder der Fleischhaut, *Tunica dartos*, über welche §. 34 zu vergleichen ist, und der äussern Haut, die durch ihre Dünne, den Mangel an Fett, die Färbungen der *Epidermis* und die meist grossen Talg- und Schweissdrüsen sich characterisirt.

Die Blutgefässe des Hodens und Nebenhodens stammen aus der engen und langen *Spermatica interna*, die im Samenstrang verlaufend vom hintern Rande her an den Hoden herangeht und theils gleich in den *Highmor*'schen Körper eindringt, theils mit vielen Aesten geschlängelt in der Faserhaut des Hodens und an der innern Fläche derselben nach dem vordern Rande sich wendet. Die gröbere Ausbreitung im Hodenparenchym findet sich theils vom *Highmor*'schen Körper, theils von den Abgangsstellen der *Septula testis* von der *Albuginea* aus in diesen letztern, von denen aus dann viele kleinere Gefässchen ins Innere der Läppchen dringen und um die Hodencanälchen ein eher weitmaschiges Netz von 0,003—0,008‴ weiten Capillaren bilden. Am Nebenhoden findet sich ein ähnliches nur noch spärlicheres Netz, an dem auch die *Art. deferentialis* sich betheiligt (Fig. 257), dagegen sind das *Scrotum* und die Scheidenhäute von den *Artt. scrotales* und der *Spermatica externa* mit Gefässen reichlich versorgt. —

Die Venen wiederholen die Arterien und was die Lymphgefässe anlangt, so sind einmal diejenigen des *Scrotum* und der Scheidenhäute recht zahlreich, dann aber auch nach den schönen Untersuchungen von *Panizza (Osservazioni Tab. VIII)*, die *Arnold* bestätigt, diejenigen des Hodens sehr entwickelt. Dieselben kommen theils aus dem Innern, theils von der Oberfläche von Hoden und Nebenhoden, erzeugen unter der *Tunica adnata* schöne Netze und führen durch mehrere im Samenstrang gelegene Stämmchen, die mit denen der Scheidenhäute sich verbinden, schliesslich zu den Lendendrüsen.

Die spärlichen Nerven des Hodens stammen vom *Plexus spermaticus internus* und verlaufen mit den Arterien zum Hoden. Ich habe mich vergebens bemüht ihren Lauf im Innern zu erforschen, da es nur selten gelingt, selbst im Begleit der grösseren Arterien des Parenchyms, Nerven mit dunkelrandigen Fasern zu sehen.

§. 200.

Samenleiter, Samenbläschen, accessorische Drüsen. Die Samenleiter, *Vasa deferentia*, sind im Mittel 1 — 1½‴ weite, cylindrische Canäle mit Wänden von ½—⅔‴ und einem *Lumen* von ¼—⅓‴, die zu äusserst aus einer dünnen Faserhaut, dann einer mächtigen glatten Muskellage und zu innerst einer Schleimhaut zusammengesetzt sind. Die Muskelhaut von 0,38—0,6‴ Dicke besitzt eine äussere starke Längsfaserschicht, eine mittlere ebenso mächtige Lage von queren und schiefen Fasern und eine dünnere nur ⅕ der ganzen Muskelhaut betragende innere Längsschicht, und besteht aus starren und blassen bis 0,1‴ langen, in der Mitte 0,004—0,006‴ breiten Faserzellen, untermengt mit etwas Bindegewebe und einigen sehr blassen elastischen Fäserchen. Die Schleimhaut von 0,12‴ ist weiss, längsgefaltet und in dem letzten breitesten und weitesten Abschnitte des Samenleiters mit vielen grösseren und kleineren netzförmig angeordneten Grübchen versehen. Ihre äusseren zwei Drittheile sind weisser und enthalten einen der dichtesten mir bekannten Filze von elastischen Fäserchen, während nach innen eine hellere, aus undeutlich faserigem Bindegewebe mit Kernen gebildete dünnere Lage folgt, auf welcher dann in einfacher Lage ein Pflasterepithel von 0,005—0,008‴ grossen Zellen ruht, die ohne Ausnahme eine gewisse Zahl bräunlicher Pigmentkörner enthalten, die der innern Oberfläche der *Mucosa* eine gelbliche Färbung ertheilen. Die Gefässe der Samenleiter sind in der äusseren Faserhaut sehr deutlich, dringen aber auch in die Muskel- und Schleimhaut und bilden in beiden lockere Netze von 0,003—0,005‴ weiten Capillaren. Nach *Swan (Nerves of the human body. Pl. V. 82; Pl. VI. 81)* wird der Samenleiter in der Beckenhöhle von reichlichen aber feinen Nerven umsponnen, die mit denen der seitlichen und mittleren Blasen- und Mastdarmnerven, sowie mit den hypogastrischen Geflechten in Verbindung stehen. Ich habe diese Nerven, die feine und *Re-*

mak'sche Fasern führen, ebenfalls gesehen, jedoch nicht in das Innere zu verfolgen vermocht.

Den Samenleitern ähnlich gebildet erscheinen auch die *Ductus ejaculatorii* und die Samenbläschen, von denen die letztern bekanntlich nichts als blinde, mit warzigen, schlauchförmigen oder selbst verästelten Ausläufern versehene Anhänge der *Ductus deferentes* sind. Erstere zeigen in dem obern Theile denselben muskulösen Bau wie der Samengang, nur dass ihre Wände zarter sind. Nach der *Prostata* zu verdünnen sich ihre Häute noch mehr, zeigen jedoch auch am letzten Ende noch Muskeln mit ziemlich viel Bindegewebe und elastischen Fäserchen untermischt. Die Wände der Samenblasen sind bedeutend dünner als die der Samenleiter, besitzen jedoch denselben Bau wie diese, nur dass die deutlich gefässhaltige Schleimhaut durchweg mit netzartigen Gruben versehen ist. Aeusserlich sind die Samenbläschen von einer zum Theil nur bindegewebigen, zum Theil wie an der hintern Fläche deutlich muskulösen Hülle umgeben, die auch zwischen die einzelnen Windungen ihres Canales sich hineinzieht und dieselben vereint und am untern Ende als ein breites muskulöses Band von einem Samenbläschen auf das andere übergeht. — Der Inhalt der Samenbläschen ist normal eine helle, etwas zähe Flüssigkeit, die im Tode zu einer leichten Gallerte gesteht, jedoch später ganz sich verflüssigt und eine in Essigsäure sehr leicht lösliche Proteinverbindung enthält, die offenbar mit der in der Flüssigkeit des ejaculirten Samens enthaltenen identisch ist. Samenfäden habe ich mit vielen Andern so häufig in den Samenbläschen gesehen, dass ich dieselben als normal bezeichnen und den Samenblasen die doppelte Rolle zuschreiben möchte, neben der Hauptfunction eines besonderen Secretionsorgans auch als Samenbehälter zu dienen. Die Nerven der Samenblasen stammen aus dem *Sympathicus* und Rückenmark, zunächst aus dem reichen Samenblasengeflechte, *Pl. seminalis,* dessen Fäden zum Theil, jedoch ohne sich weiter verfolgen zu lassen, in die Häute der Samenblasen eindringen, zum Theil auf die *Prostata* übergehen, deren Geflecht, *Plexus prostaticus,* auch vom Blasen- und untern Beckengeflechte verstärkt wird.

Die Prostata ist meinen Erfahrungen zufolge ein sehr muskulöses Organ, so dass die Drüsensubstanz kaum mehr als ⅓ oder die Hälfte der ganzen Masse ausmacht. Geht man von innen nach aussen, so zeigt sich in inniger Verbindung mit der dünnen Schleimhaut, deren Epithel immer noch doppelschichtig ist, jedoch als oberflächliche Lage cylindrische Zellen besitzt, eine gelbliche Längsfaserschicht, die zum Theil vom *Trigonum vesicae* zum *Caput gallinaginis* sich erstreckt, zum Theil ohne Zusammenhang mit den Blasenmuskeln ist, und zu gleichen Theilen aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und aus glatten Muskeln besteht. Dann folgt eine mit dem *Sphincter vesicae* zusammenhängende und bis zum Schnepfenkopf sich erstreckende, mächtige Ringfaserlage von gleichem Bau, die ich *Sphincter Prostatae* nenne. Hat man sich durch diese verschiedenen Muskellagen hindurchgearbeitet, so stösst man endlich auf das eigent-

liche Drüsengewebe der *Prostata*, welches demnach vorzüglich die äusseren Theile des Organes einnimmt, jedoch allerdings auch mit einzelnen Läppchen in die Ringfasern eingreift und mit seinen neben dem Schnepfenkopf rechts und links ausmündenden zahlreichen Ausführungsgängen die longitudinalen und transversalen Fasern durchsetzt. Dasselbe besteht aus einer grauröthlichen, ziemlich derben Masse, die in der Richtung des Querdurchmessers des Organes sehr leicht in Fasern zerspaltet werden kann, genauer bezeichnet, von den Seitentheilen des Samenhügels radienartig nach allen Seiten der äussern Oberfläche des Organes ausstrahlt und einmal aus verschieden starken Bündeln evidenter glatter Muskeln mit etwas Bindegewebe und zweitens aus den Drüsen der *Prostata* zusammengesetzt ist. Die letztern sind 30—50 zusammengesetzte traubenförmige Drüsen, von kegel- oder birnförmiger Gesammtform, die von den gewöhnlichen traubenförmigen Drüsen durch ihren lockeren Bau, das deutliche Gestieltsein vieler Drüsenbläschen und die geringe Entwicklung der kleinsten Drüsenläppchen sich auszeichnen, was zum Theil mit dem reichlich zwischen die Drüsenelemente sich hineinschiebenden Fasergewebe zusammenhängt. Die Drüsenbläschen sind birnförmig oder rundlich 0,05—0,1''' gross, und von polygonalen oder kurz cylindrischen 0,004—0,005''' langen Epitheliumzellen mit braunen Pigmentkörnern ausgekleidet, während in den Ausführungsgängen dieselben Cylinder wie in der *Pars prostatica urethrae* sich finden. Das Secret der *Prostata* scheint dem der Samenbläschen ähnlich zu sein, wenigstens bestehen nach *Virchow* die sogenannten Prostatasteine, runde concentrische in den Drüsenbläschen sich bildende 0,03 — 0,1''' und darüber grosse Concretionen, aus derselben in Essigsäure löslichen Proteinsubstanz, die auch in den Samenbläschen zu finden ist. — Die *Prostata* besitzt eine das Drüsengewebe fest umschliessende, an glatten Bündeln reiche Faserhaut und ziemlich viele Gefässe, unter denen viele die Drüsenelemente umspinnende Capillaren und ein reichliches Venengeflecht unter der Schleimhaut der Urethra Berücksichtigung verdienen. Der Verlauf der vorhin schon erwähnten Nerven im Innern der *Prostata* ist unbekannt.

Der im Samenhügel mitten zwischen den *Ductus ejaculatorii* gelegene *Uterus masculinus* oder die *Vesicula prostatica* zeigt in seinen weissgelblichen, von einem Cylinderepithelium ausgekleideten Wänden, vorzüglich Bindegewebe und elastische Fäserchen, denen im Halse des Bläschens einige wenige, im Grunde dagegen ziemlich viele glatte Muskeln beigemengt sind.

Die *Cowper*'schen Drüsen sind compacte zusammengesetzt traubige Drüsen, deren Endbläschen von 0,02 — 0,05''' von einem Pflasterepithelium ausgekleidet sind, während in den Ausführungsgängen Cylinder sich befinden. Die zarte die ganzen Drüsen umgebende Hülle so wie das faserige *Stroma* im Innern derselben ist ziemlich reich an glatten Muskeln, welche neulich auch an den 1/4''' weiten Ausführungsgängen als longitudinale zarte Lage von mir aufgefunden wurden. Das Secret dieser

Drüsen, das aus den Ausführungsgängen leicht sich erhalten lässt, ist gewöhnlicher Schleim.

§. 201.

Die Begattungsorgane bestehen beim Manne aus dem Gliede oder der Ruthe, einem aus 3 erectilen gefässreichen Körpern, den Schwamm- oder Zellkörpern, *Corpora spongiosa s. cavernosa*, zusammengesetzten, am Becken angehefteten, von der Harnröhre durchbohrten Organe, das von besonderen Binden und von der äusseren Haut überzogen ist und 3 ihm eigenthümliche Muskeln besitzt.

Die Zellkörper der Ruthe, *Corpora cavernosa penis*, sind zwei hinten getrennte, vorn dagegen vereinte und nur durch eine einfache unvollständige Scheidewand geschiedene cylindrische Körper, an denen eine besondere Faserhaut *(Tunica albuginea s. fibrosa)* und das innere Schwammgewebe zu unterscheiden ist. Jene bildet als eine weisse, silberglänzende, ½''' dicke und sehr feste Haut sowohl die äussere Hülle der Schwammkörper als auch in der vordern Hälfte derselben mit einer dünnen, zum Theil in einzelne Fasern und Blätter zerfallenden Lamelle, die Scheidewand derselben und besteht aus gewöhnlichem fibrösem Gewebe, wie in Sehnen und Bändern mit vielen entwickelten elastischen feinen Fasern. Innerhalb derselben liegt das röthliche Schwammgewebe, das aus unzähligen zu einem feinen Maschenwerk vereinten Fasern, Bälkchen und Blättern, den *Trabeculae Corp. cavernosorum*, besteht und mit seinen kleinen rundlicheckigen, nach allen Seiten anastomosirenden, im Leben von venösem Blut erfüllten Räumen, den Venenräumen der Schwammkörper, aufs täuschendste einem Schwamme gleicht. Alle Balken ohne Ausnahme, besitzen einen ganz analogen Bau. Aeusserlich werden dieselben von einer einfachen Lage innig zusammenhängender und oft nicht zu isolirender Pflasterepitheliumzellen, dem Epithel der Venenräume überzogen und auf dieses folgt das eigentliche Fasergewebe, welches aus fast gleichen Theilen Bindegewebe und feinen elastischen Fasern einerseits, glatten Muskelfasern andrerseits zusammengesetzt ist und bei vielen aber lange nicht bei allen Balken kleinere oder grössere Arterien und Nerven umschliesst. Die Elemente der Balkenmuskeln sind schon durch Essigsäure an ihren ganz characteristischen Kernen deutlich zu erkennen, lassen sich aber auch, besonders schön nach Behandlung mit Salpetersäure von 20%, in Menge isoliren und ergeben sich als 0,02—0,03''' lange, 0,002—0,0025''' breite Faserzellen.

Das *Corpus cavernosum urethrae* ist im Wesentlichen ebenso gebaut wie die Schwammkörper des *Penis*, nur ist 1) die Faserhaut, die im *Bulbus* auch eine Andeutung einer Scheidewand bildet, viel dünner, minder weiss und reicher an elastischen Elementen, 2) die Maschenräume enger, am engsten in der *Glans*, 3) endlich die Balken zarter und unter dem Epithel reicher an elastischen Fäserchen, sonst jedoch gebaut wie dort.

Hier ist auch der Ort von der **männlichen Urethra** zu reden, die am *Isthmus* ein selbständiger Canal ist, am Anfang und Ende dagegen nur aus einer von der *Prostata* und dem *Corpus cavernosum urethrae* gestützten Schleimhautcanale besteht. Die eigentliche **Schleimhaut** zeigt unter einer an elastischen Fasern sehr reichen Längsschicht von Bindegewebe nicht nur wie schon erwähnt, in der *Pars prostatica*, sondern auch im häutigen Theile, obschon minder entwickelt glatte Muskeln mit den gewöhnlichen Fasergeweben gemengt in longitudinaler und transversaler Anordnung, auf welche dann die animalen Fasern des *Musculus urethralis* folgen. Auch in der *Pars cavernosa* enthält das submucöse Gewebe noch hie und da solche Muskeln und stösst man immer in gewisser Tiefe auf Längsfasern mit grösserer oder geringerer Beimengung von solchen, die noch nicht zum *Corpus cavernosum* gerechnet werden können, da sie keine Venenräume zwischen sich besitzen, vielmehr eine continuirliche Haut bilden, welche die eigentlichen cavernösen Körper gegen die Schleimhaut der Harnröhre begrenzt. — Das **Epithel** der Harnröhre besteht aus blassen Cylindern von 0,012''', doch befinden sich unter denselben noch eine vielleicht zwei Lagen von runden oder länglich runden kleinen Zellen. An der vordern Hälfte der *Morgagni*'schen Grube finden sich schon Papillen von 0,03''' Länge und ein geschichtetes Pflasterepithel von 0,04''' Mächtigkeit. — Im *Isthmus* und der *Pars cavernosa urethrae* zeigen sich ziemlich viele sogenannte *Littre*'sche Drüschen von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$''' Grösse, die im allgemeinen an die traubenförmigen Drüsen sich anreihen, jedoch durch die schlauchförmige Gestalt und den oft stark gewundenen Verlauf ihrer 0,04—0,08''' weiten Drüsenbläschen von denselben sich unterscheiden. Einfachere Formen solcher Drüsen (Fig. 261) finden sich hie und da mit den andern gemengt und in der *Pars prostatica* treten an ihre Stelle ähnliche kleine Schleimbälge, wie sie oben vom *Cervix vesicae* beschrieben wurden. Das Epithel sowohl in den Bläschen der *Littre*'schen Drüsen als in den 1—2''' langen, nach vorn gerichteten und schief die Schleimhaut durchbohrenden Ausführungsgängen ist cylindrisch, dort jedoch mehr oder weniger dem pflasterförmigen sich anreihend (Fig. 261) und das Secret ein gewöhnlicher **Schleim**, der oft in Erweiterungen der Drüsenschläuche in Menge angesammelt ist. — ***Lacunae Morgagnii*** hat man kleine, inconstante Gruben der Schleimhaut genannt, in denen ich nichts drüsiges wahrzunehmen vermag. — Die ***Fascia penis***, eine an elastischen feineren

Fig. 261.

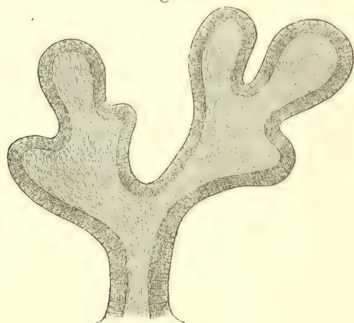
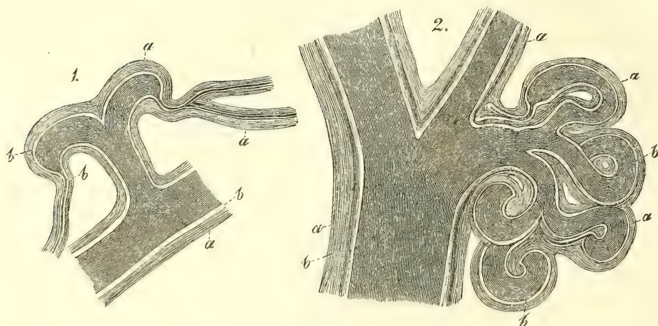


Fig. 261. Littresche Drüse aus der Morgagnischen Grube des Mannes 350 mal vergrössert.

Fasern reiche Binde, umgibt den *Penis* von der Wurzel bis zur Eichel, steht am erstern Ort mit der Binde des Dammes und der Leistengegend in Zusammenhang und betheiligt sich auch an der Bildung des an wahrem elastischem Gewebe sehr reichen Aufhängebandes der Ruthe, *Lig. suspensorium penis,* das von der *Symphyse* an den Rücken derselben geht. Nach aussen setzt sich dieselbe ohne Grenze in die Haut der Ruthe fort, welche bis zum freien Rande der Vorhaut, einer einfachen Duplicatur der Haut, die Natur der gewöhnlichen Haut besitzt, jedoch allerdings durch ihre Zartheit und das Vorkommen von einer Schicht glatter Muskeln in dem reichlichen fettlosen subcutanen Gewebe, einer Fortsetzung der *Tunica dartos* (siehe §. 34), die bis in die Vorhaut hineinreicht, sich auszeichnet. Vom Rande der Vorhaut an nimmt die Bedeckung des Gliedes mehr die Natur einer Schleimhaut an, hat keine Haare und Schweissdrüsen mehr, wohl aber entwickelte Papillen, ist noch dünner, an der *Glans* innig mit dem Schwammkörper verbunden und mit einer weicheren Oberhaut (§. 42. Fig. 56. 4) immer noch von 0,035—0,056‴ versehen. Ueber die hier befindlichen Talgdrüsen *(Gl. Tysonianae)* und Bildung der Vorhautschmiere vergleiche man die §§. 46. 74.

Die Arterien des Gliedes stammen aus der *Pudenda* und zeigen nur in der Versorgung der schwammigen Körper Eigenthümlichkeiten. In den *Corp. cav. penis* laufen, abgesehen von einigen kleinen Aestchen von der *Art. dorsalis*, nur die *Arteriae profundae penis* nahe am *Septum*, umgeben von einer bindegewebigen, mit dem Balkennetz zusammenhängenden Scheide theils gerade nach vorn, theils mit einem kleinen Aestchen in die Zwiebeln der Ruthenschenkel. Auf diesem Wege geben dieselben zahlreiche hie und da anastomosirende Aeste an das Schwammgewebe ab, welche in der Axe der Balken ausser zur Zeit der Erection gewunden verlaufend in denselben sich verzweigen und schliesslich mit Capillaren von 0,006—0,01‴, ohne Capillarnetze zu bilden, in die Venenräume sich öffnen. Im hintern Theile des Penis sind viele, meist zu 3 — 10 beisammengelegene Arterienstämmchen von 0,04 — 0,08‴, wie *J. Müller* entdeckte, eigenthümlich rankenförmig gekrümmt und gewunden *(Arteriae helicinae*, Rankenarterien), enden jedoch nicht blind, sondern geben, wie ich finde, von ihren kolbenförmigen Enden feine Gefässchen von 0,006—0,01‴ ab, die wie die andern Ausläufer der Arterien weiter verlaufen und in den *Sinus* enden. Ganz gleich ist die Verzweigung auch im *Corpus cavernosum urethrae*, das von der *Artt. bulbosae, bulbo-urethrales* und *dorsales* versorgt wird und finden sich auch hier im *Bulbus* Rankenarterien. Die Venen beginnen, wenn man will, mit den durchweg zusammenhängenden Venenräumen, aus denen an vielen nicht überall genau gleichen Orten kurze Abzugscanäle oder *Emissaria* nach aussen leiten und in die äusseren, mit besonderen Wänden versehenen Venen *(Vena dorsalis, VV. profundae* und *bulbosae* namentlich) überführen. — Die Lymphgefässe bilden sehr dichte und feine Netze in der Haut der *Glans,* in der Vorhaut und der übrigen Haut und führen durch mehrfache

Fig. 262.



im Begleit der Rückengefässe verlaufende Stämme zu den oberflächlichen Leistendrüsen. Nach *Mascagni*, *Fohmann* und *Panizza* besitzt auch das Innere der Eichel um die Urethra herum zahlreiche Lymphgefässe, welche an der Urethra rückwärts laufen und in die Beckendrüsen übergehen.

Die Nerven des Gliedes stammen von den *Nervi pudendi* und dem *Plexus cavernosus* des *Sympathicus*, von denen die ersteren vorzüglich die Haut und die Schleimhaut der Harnröhre und nur einem kleinen Theile nach die cavernösen Körper, die letzteren Nerven nur diese versorgen. Die Endigungen der ersten Nerven verhalten sich wie bei denen der Haut, namentlich finden sich zahlreiche Theilungen und schwache Andeutungen von Axenkörperchen in der *Glans penis*, die der letztern sind noch nicht bekannt, obschon in den *Trabeculae* der cavernösen Körper Nerven mit feinen Röhren und *Remak*'schen Fasern leicht nachzuweisen sind.

Die glatten Muskeln der *Corp. cavernosa* sind ungemein schön im Penis des Pferdes und Elephanten, fehlen aber auch in denen anderer Säugethiere nicht. — Die *Art. helicinae* werden, seit *Valentin* und *Henle* dieselben für Kunstproducte erklärt haben, entstanden durch das Einrollen durchschnittener Balken, oder das Sichzurückziehen gewisser Arterien in gedehnten Balken, allgemein verworfen, allein mit Unrecht. Dieselben existiren; nur überzeugte ich mich, dass der schon von *J. Müller* gesehene Fall, dass das Ende einer solchen Arterie ein ganz feines, fast capillares Gefäss abgibt, sehr häufig ist und daher die blinden Enden nur Schein sind. Dass solche gar nicht vorkommen, lässt sich jedoch nicht bestimmt beweisen und es ist leicht möglich, dass *Müller* auch in dieser Beziehung noch Recht behält. Einfache Gefässschlingen, für welche *Arnold* die *Art. helicinae* erklärt, sind dieselben mithin nicht, doch habe ich in einem Falle eine solche an ihrer Stelle gesehen.

Fig. 262. Arterien aus den *Corp. cav. penis* des Mannes injicirt, 30 mal vergr. 1. Kleinere Arterie mit einem Seitenast, der in zwei Rankenarterien sich spaltet, aus deren Ende zwei ganz feine Gefässe hervorkommen und in zarten Bälkchen weiter verlaufen. 2. Fünf durch einen kurzen Stiel einer grösseren Arterientheilung ansitzende *Art. helicinae*. An zweien derselben sind feine abgehende Gefässe sichtbar, die andern endeten scheinbar blind. *a*. Balkengewebe hier in Form von Scheiden der Arterienstämme und Rankenarterien auftretend, *b*. Wand der Arterien.

§. 202.

Physiologische Bemerkungen. Die im zweiten Monate beginnende **Entwicklung der Hoden** geschieht, nach allem was wir wissen, aus einem **für sich** an der innern Seite der *Wolff*'schen Körper auftretenden Blasteme und sind die männlichen Sexualdrüsen anfangs den Eierstöcken in der Form ganz gleich. Später setzt sich, wenn der *Wolff*'sche Körper zu schwinden beginnt, ein Theil feiner Canäle, deren *Malpighi*'sche Körperchen vergehen, mit dem Hoden in Verbindung und wird zum Nebenhoden, während zugleich der Ausführungsgang dieser Drüse zum Samenleiter sich gestaltet. Durch einen noch nicht genau aufgeklärten Vorgang steigt dann der Hoden mit seinem Peritonealüberzug unter Mitwirkung des aus quergestreiften und glatten Muskeln gebildeten Leitbandes in das *Scrotum* herab und erlangt durch Verwachsung der in diesem vorgebildeten Bauchfellausstülpung, des *Processus vaginalis*, mit seiner eigenen *Serosa* seine *Tunica vaginalis propria.* — Die ***Vesicula prostatica***, das Analogon von Uterus und vielleicht auch der Vagina, ist der Rest der *Müller*'schen Gänge, zweier am äusseren Rande der *Wolff*'schen Körper herabsteigenden Canäle, die beim Weibe die Eileiter und mit ihren unteren verschmolzenen Enden Uterus und Vagina bilden, beim Manne jedoch bis auf den Anfang, der zur *Morgagni*'schen Hydatide wird, und das letzte Stück verschwinden. — Die **Samenblasen** sind eine Ausstülpung der *V. deferentia* und die *Prostata, Cowper*'schen und kleineren Drüsen bilden sich höchst wahrscheinlich analog anderen solcher Drüsen von dem Epithel der Urethra aus. Der ***Penis*** entwickelt sich von den Beckenknochen aus und nimmt erst später durch Schliessung einer Rinne an seiner untern Seite die Harnröhre in sich auf.

Ueber die **histologische** Entwicklung dieser Theile ist wenig bekannt. Die Hoden bestehen anfänglich aus einer gleichmässigen Zellenmasse, die jedoch bald in Querreihen sich zu sondern beginnt, welche die Anlagen der Samencanälchen bilden. Diese sind anfänglich gerade, vom äussern Rande des Hodens zum innern sich erstreckende, blind endende Canäle, welche höchst wahrscheinlich als solide Zellenstränge auftreten und erst später eine Höhlung und *Membrana propria* erhalten. Durch fortgesetztes Wachsthum, besonders in die Länge, und Sprossenbildung entstehen aus diesen primitiven Gängen die späteren gewundenen ungemein langen Samencanälchen, und zwar scheint aus jedem derselben ein ganzes Hodenläppchen sich zu bilden. Die Albuginea der Hoden und ihre Fortsetzungen ins Innere entstehen aus dem ursprünglichen Blastema des Hodens und treten zu gleicher Zeit mit den Samencanälchen auf.

Die **physiologischen Verhältnisse** der männlichen Geschlechtsorgane beim Erwachsenen betreffend, so hebe ich hier folgende Punkte hervor. Die **Secretion des Samens** ist bei Thieren keine beständig vor sich gehende, wie die des Harnes, sondern eine intermittirende, nur

zur Brunstzeit eintretende. Beim Menschen ist auf jeden Fall die Fähigkeit zur Samenproduction immer vorhanden, doch scheint mir daraus noch nicht zu folgern, dass immerwährend Samen sich bildet und das was nicht entleert wird, einer Resorption anheimfällt, und kommt es mir ebenso gut gedenkbar vor, dass die Samencanälchen nur dann Samen bereiten, wenn in Folge geschlechtlicher Vermischung oder von Samenergiessungen, ein Theil des Secretes nach aussen entleert worden ist und eine Erregung des Nervensystems einen vermehrten Blutandrang nach den Hoden gesetzt hat. Für eine Resorption gebildeten Samens, die nur in den Samenleiter und die Samenbläschen versetzt werden könnte, sprechen keine bestimmten Thatsachen, indem was man bei Thieren nach der Brunstzeit beobachtet, nicht hierher gehört und gerade der Umstand, dass in den genannten Orten nie Spuren einer Zersetzung des Samens gefunden werden, sehr gegen diese Annahme zu sein scheint. Hiermit soll jedoch nicht geläugnet werden, dass ohne Samenentleerungen eine Bildung von Samen nicht möglich sei, indem hinlänglich feststeht, dass reichliche, erhitzende Nahrung und nicht befriedigte geschlechtliche Aufregung, eine oft von schmerzlichen Sensationen begleitete Turgescenz in diesen Organen und höchst wahrscheinlich eine Spermabildung bewirken. Das nachherige Vergehen dieser Fülle scheint mir auch nicht eine Resorption unumstösslich zu beweisen, indem schon eine Aenderung der in den Hoden befindlichen Blutmenge und ein Uebergehen von *Sperma* in die *V. deferentia* das Wiedereintreten der gewöhnlichen Verhältnisse genügend erklärt. — Dasjenige was bei einer Samenentleerung ergossen wird, ist kein reines *Sperma,* sondern einem guten Theile nach Secret der Samenblasen und der *Prostata* und gibt kein Maass für die Berechnung der Energie der Secretion der Hoden an die Hand. Die Bildung des Samens selbst geht sicherlich nicht rasch und reichlich vor sich, wie schon aus der verhältnissmässig geringen Menge von Blut, die der Hoden erhält, und aus der den anatomischen Verhältnissen zufolge nothwendig langsamen Blutbewegung in demselben gefolgert werden kann, und auch aus der Thatsache hervorgeht, dass nach einigen vorausgegangenen Entleerungen auch bei den kräftigsten Organismen eine gewisse Zeit nöthig ist, um wieder neues Secret zu bereiten. Die Ausscheidungen der accessorischen Drüsen haben wohl einfach die Function das Sperma zu verdünnen.

Dass die Samenfäden keine *Animalcula* sondern Elementartheile des männlichen Organismus sind, braucht in unserer Zeit nicht mehr bewiesen zu werden, obschon immer noch nicht bekannt ist und auch schwerlich bald ermittelt werden wird, was für Vorgänge ihre so merkwürdigen Bewegungen bewirken, welche offenbar den Zweck haben, dieselben aus dem Uterus, in den sie wahrscheinlich bei einer fruchtbaren Begattung gelangen, zu dem Ei zu bringen. Auch das kann nach den ältern Erfahrungen von *Prvéost*, *Dumas*, *Schwann* und *Leuckart*, und den neuesten Untersuchungen von *Newport (Philos. Trans.* 1851. I.) nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass sie das eigentlich Befruchtende sind

und zu diesem Behuf nothwendig mit dem Ei in Contact kommen müssen. Der Umstand, dass nur sich bewegende Samenfäden befruchten und nach *Newport* der Effect auf das Ei unmittelbar mit dem Contact eintritt, obschon eine kurze Dauer des Verweilens der Samenfäden auf dem Ei nöthig ist, um denselben nachhaltig zu machen, beweist auch wie mir scheint, dass dieselben nicht dadurch wirksam sind, dass sie etwas Stoffliches an das Ei abgeben, sondern dadurch, dass sie als in eigenthümlicher Thätigkeit begriffene Körper erregend auf das Ei einwirken. In meiner ersten Arbeit über die Samenflüssigkeit, in der ich schon diese Ansicht aussprach, verglich ich, um doch einen Anhaltspunkt anzudeuten, ihre Einwirkung auf das Ei mit der Wirkung einer Nervenfaser auf eine Nervenzelle, eines Magnetes auf Eisen und diese Bilder, denen man noch den Einfluss, den ein Organtheil auf ein sich organisirendes Exsudat, ein ganzer Organismus auf einen sich regenerirenden Theil desselben ausübt, anreihen kann, scheinen mir auch jetzt noch die passendsten, wenn man die Befruchtung irgendwie an andere Vorgänge anknüpfen will, doch habe ich auch nichts einzuwenden, wenn man mit *Bischoff* mehr die chemische Seite hervorheben und die Function des Samens den Contacterscheinungen an die Seite stellen will.

Während der Begattung zeigen sich mannigfache Bewegungsphänomene, von denen nur die bei der Ejaculation und Erection wirksamen erörtert werden sollen. Bei der erstern sind vor allem die mit colossaler Muskulatur versehenen *V. deferentia* wirksam, die wie *Virchow* und ich an einem Hingerichteten fanden, bei galvanischer Reizung mit ungemeiner Energie sich verkürzen und verengern, dann auch die Samenbläschen, die so sehr muskulöse *Prostata* und natürlich die quergestreiften Muskulaturen der Harnröhre und des *Penis*. Die Erection kommt wie ich gezeigt habe (*Würzb. Verh.* Bd. II.) durch eine Relaxation der Muskulatur in den Balken der Schwammkörper und der *Tunica media* der Arterien dieser Theile zu Stande, in Folge welcher das Schwammgewebe wie ein comprimirt gewesener Schwamm sich ausdehnt und mit Blut sich füllt. Die Steifigkeit tritt ein, ohne dass der Rückfluss des Blutes gehemmt zu werden braucht und die Circulation stockt, wozu nicht die geringsten Apparate da sind, sobald die Muskeln vollkommen relaxirt und die *Sinus* möglichst gefüllt sind. Sie schwindet, wenn die Muskeln wieder sich zusammenziehen, die Venenräume verengern und das Blut aus denselben auspressen. Bei der Ejaculation vermehren die mit quergestreiften Fasern versehenen *Ischio-cavernosi* und der *Bulbo-cavernosus* durch Compression der Peniswurzel und der Rückenvene die Steifigkeit in den vorderen Theilen, können jedoch unter keinen Umständen von sich aus etwas zum Zustandekommen der Erection beitragen. — Den Rankenarterien weiss ich keine wichtigere Function zuzuschreiben und ist so viel sicher, dass die Erection nicht von ihnen abhängt, indem sie nicht in allen Theilen des *Penis* des Menschen sich finden und bei vielen Thieren fehlen.

Die Untersuchung der männlichen Geschlechtsorgane bietet im Allgemeinen keine grossen Schwierigkeiten dar. Die Samencanälchen sind ungemein leicht zu isoliren und bei etwas vorsichtiger Entfaltung derselben findet man immer auch einzelne Theilungen. Um den ganzen Verlauf derselben zu erkennen, müssen dieselben auch nach *Lauth* oder *Cooper's* Angaben, die sich in allen Handbüchern citirt finden, injicirt werden. *Lauth* legt den Hoden 2—3 Stunden in laues Wasser, drückt dann den Samen so gut als möglich aus dem Nebenhoden und bringt ihn hierauf 3—4 Stunden in flüssiges basisch kohlensaures Ammoniak oder 8—12 Stunden in eine gesättigte Lösung von kohlensaurem Kali oder eine schwache Lösung von Aetzkali, welche Substanzen die Samenzellen und Epithelien zum Theil auflösen, drückt dann den Hoden wieder aus, legt ihn in alkalisches Wasser und injicirt anfangs mit schwachem, dann mit stärkerem Druck mit Quecksilber, was ungefähr 1½—2 Stunden dauert. Sobald das Quecksilber in ein *Vas efferens* gedrungen ist, muss die Säule bis auf 5″ verkürzt werden, weil sonst die Samencanälchen, deren Füllung noch einige Stunden in Anspruch nimmt, reissen. *Cooper* injicirte von den *Vasa efferentia* aus, in die er eine feine Canüle einbrachte. *Gerlach* empfiehlt für die mikroskopische Untersuchung Gelatinelösung mit Carmin oder Chromblei. — Das Das *Vas efferens* studirt man am besten erhärtet oder getrocknet an Querschnitten, ebenso die Prostatadrüsen, wogegen die Muskeln der letztern und der *Corp. cavernosa* nur frisch oder nach Anwendung von Salpetersäure deutlich wahrzunehmen sind. Die *Art. helicinae* erkennt man schon an frischen Präparaten in der Nähe der grösseren Arterienstämme, noch besser nach einer Injection mit feineren Massen.

Literatur. *A. Cooper, Obs. on the structure and diseases of the testis, London* 1830 *with* 24 *Plates,* deutsch, Weimar 1832; *E. A. Lauth, Mém. sur le testicule humain,* in *Mém. de la société d'histoire naturelle de Strasb., Tom. I.* 1833; *C. Krause,* Vermischte Beobachtungen, in Müll. Arch. 1837, St. 20; *E. H. Weber, de arteria spermatica deferente. de vesica prostatica et vesiculis seminalibus Progr.* 1836, *editum in Progr. collecta II.* 1851, *pg.* 178; Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane, Leipzig 1846; *C. J. Lampferhoff, de vesicularum seminalium natura et usu, Berol.* 1835; *Kölliker,* Ueber die glatten Muskeln der Harn- und Geschlechtsorgane, in Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln, Zeitschr. f. wiss. Zool. I.; *Fr. Leydig,* Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere, in Zeitschr. f. wiss. Zool. II.; *A. v. Leeuwenhoek, Arcana naturae, pg.* 59; *Prévost* und *Dumas* in *Annal. des scienc. nat. III.* 1824 und *Mém. de la soc. d'hist. nat. de Genève, Vol. I. pg.* 180 auch in Meck. d. Arch. Bd. VII. 454; *R. Wagner,* die Genesis der Samenthierchen, in Müll. Arch. 1836 und Fragmente zur Physiologie der Zeugung, München 1836; *A. Donné, Nouv. Expér. sur les animalcules spermatiques, Paris* 1837 und *Cours de microscopie, Paris* 1844; *A. Kölliker,* Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, Berlin 1841, und die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwicklungsgesetz, in Denkschr. d. schweiz. naturf. Gesellsch. Bd. VIII. 1846; *Krämer, Obs. microsc. et experimenta de motu spermatozoorum, Gött.* 1842; *Fr. Will,* Ueber die Secretion des thierischen Samens, Erlangen 1849; *R. Wagner* und *Leuckart,* Art. *Semen,* in *Todd's Cycl. of Anat. Jan.* 1849; *Newport, On the impregnation of the ovum of the amphibia,* in *Phil. Trans.* 1851, *I.*; *B. Panizza, Osservazioni anthropo-zootomico-fisiologiche, Pavia* 1836; *J. Müller,* Entdeckung der bei der Erection wirksamen Arterien, im Archiv 1835, St. 202; *G. Valentin,* Ueber den Verlauf der Blutgefässe in dem Penis des Menschen, in Müll. Arch. 1838; *Kobelt,* Die männlichen und weiblichen Wollustorgane, Freib. 1844; *Herberg, de erectione penis, Lips.* 1844; *Kölliker,* Ueber das anat. und phys. Verhalten der cavernösen Körper der männlichen Sexualorgane in Verhandl. d. Würzb. med. phys. Ges. 1851.

B. Weibliche Geschlechtsorgane.

§. 203.

Die weiblichen Sexualorgane bestehen 1) aus zwei die Eier bildenden folliculären Drüsen, den Eierstöcken mit den Nebeneierstöcken und den beiden, jedoch nicht direct mit ihnen zusammenhängenden Ausführungsgängen, den Eileitern, 2) aus dem Fruchthälter zur Bergung und Hegung der Frucht, 3) aus den die Frucht nach aussen leitenden und zugleich als Begattungsorgane dienenden Theilen, der Scheide und den äusseren Genitalien.

§. 204.

Eierstock, Nebeneierstock. Die Eierstöcke, *Ovaria*, bestehen aus besonderen Hüllen und einem die Eier enthaltenden *Stroma* oder dem *Parenchym*. Erstere sind eine den untern Rand allein frei lassende Peritonealhülle und eine feste weisse Faserhaut, *Tunica albuginea s. propria*, von 1/4''', die das ganze *Parenchym* fest umschliesst und ohne scharfe Grenze genau mit ihm zusammenhängt, jedoch keine Fortsätze in das Innere abgibt wie die entsprechende Haut des Hodens, mit der sie sonst im Bau ganz übereinstimmt. Das *Stroma* oder Keimlager ist eine ziemlich feste, aus einem kernhaltigen, derben, faserigen, jedoch nicht deutlich fibrillären Bindegewebe gebildete grauröthliche Substanz, welche die Eikapseln und die Gefässe des Organs trägt. Vom untern Rande des Eierstockes, wo die Gefässe eintreten und niemals Eikapseln sitzen, erstreckt sich dasselbe als eine compacte Lamelle in das Innere des Eierstocks hinein und strahlt dann von dieser aus mit stärkeren und schwächeren Bündeln nach beiden Oberflächen und dem freien Rande des Organes aus, so dass auf dem Querschnitte eine pinselförmige Figur erscheint. Die Eikapseln oder Eisäckchen, gewöhnlich *Graaf*'sche Bläschen genannt, *Folliculi ovarii s. Graafiani s. ovisacci*, vollkommen geschlossene runde Säckchen von 1/4

Fig. 263.

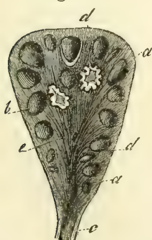


Fig. 263. Querschnitt durch den Eierstock einer im 5. Schwangerschaftsmonate Verstorbenen. *a. Graaf*'sche Follikel der unteren *b.* der oberen Fläche, *c.* Peritoneallamelle vom *Lig. latum* auf den Eierstock sich fortsetzend und mit *d.* der *Albuginea* verschmelzend. Im Innern sind zwei *Corp. albicantia* (alte gelbe Körper) enthalten, *e. Stroma* des Eierstocks.

bis 3''' mittlerer Grösse (Fig. 263 *a b*) sind in die mehr peripherischen Theile dieses *Stroma* eingesenkt, so dass auf Durchschnitten wenigstens gut entwickelter und normaler Eierstöcke das Parenchym wie in eine Mark- und Rindensubstanz zerfällt, von welchen die letztere so zu sagen allein die Follikel enthält. Solche Eierstöcke sind auch allein zu gebrauchen, wenn man von der Grösse, Stellung und Zahl der *Graaf*'schen Follikel eine richtige Anschauung gewinnen will. Letztere beträgt 30—50—100 in jedem Eierstock und kann in manchen Fällen bis 200 ansteigen, während in verkümmerteren oder entarteten Ovarien, wie sie bei älteren Frauen namentlich häufig sind, oft nur einige wenige 2—10, ja selbst durchaus keine Follikel anzutreffen sind.

Ein jeder Follikel besteht im ausgebildeten Zustande aus Hülle und Inhalt. Erstere lässt sich am zweckmässigsten mit einer Schleimhaut vergleichen und zeigt: 1) eine gefässreiche Faserlage, *Theca folliculi v. Baer s. Tunica fibrosa,* von verhältnissmässig nicht unbedeutender Dicke, die durch etwas lockeres Gewebe mit dem *Stroma* des Eierstocks verbunden und daher leicht in ihrer Totalität herauszuschälen ist. Ihre äussere, etwas festere, weissröthliche Lage (Fig. 264 *a*) wird von *v. Baer* von der inneren, mächtigeren, weicheren und mehr röthlichen Schicht (Fig. 264 *b*) unterschieden, wobei jedoch zu bemerken ist, dass auch die innere Lage wiederum sich spalten lässt und dass beide Schichten aus demselben unentwickelten, kernhaltigen, mit vielen, meist spindelförmigen Bildungszellen untermengten Bindegewebe bestehen. Eine zarte, structurlose *Membrana propria* begrenzt in jungen Follikeln die Faserhaut nach innen und ist auch später durch Einwirkung von Alkalien manchmal noch als besonderes Häutchen nachzuweisen. 2) Ein Epithelium, Körnerschicht, *Membrana granulosa* der Autoren (Fig. 264 *c*). Dasselbe kleidet als eine 0,008 — 0,012''' und darüber dicke Membran den ganzen Follikel aus und besitzt an der der Oberfläche des Eierstocks zugewendeten Seite desselben, wo das Ei sitzt, eine warzenförmig nach innen vortretende Verdickung um dasselbe herum, Keimhügel, *Cumulus proligerus*, von 1/3''' Breite (Fig. 264 *e*). Seine 0,003—0,004''' grossen, in mehreren Schichten angeordneten, rundlich polygonalen Zellen mit verhältnissmässig grossen Kernen und häufig einigen gelblichen Fettkörnchen sind äusserst zart und werden bald nach dem Tode undeutlich, so dass dann das ganze Epithel nur als eine feinkörnige Haut mit vielen Kernen erscheint. — Im Innern des Follikels befindet sich eine klare, leicht gelbliche Flüssigkeit, *Liquor folliculi,* von der

Fig. 264.

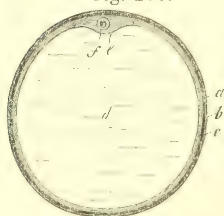


Fig. 264. *Graaf*'scher Follikel des Schweines circa 10 mal vergr. *a.* Aeussere, *b.* innere Lage der Faserhaut des Follikels, *c. Membrana granulosa*, *d. Liquor folliculi*, *e.* Keimhügel, ein Vorsprung der *Membrana granulosa*, *f.* Ei mit *Zona pellucida*, Dotter und Keimbläschen.

Beschaffenheit des Blutserum, welche fast immer einzelne Körnchen, Kerne und Zellen enthält, die kaum etwas anderes als abgelöste Theile der *Membrana granulosa* und nicht in ihr entstanden sind.

Im Keimhügel, nahe an der Faserhaut des Follikels und mithin im hervorragendsten Theile desselben liegt das Ei, *Ovulum*, eingebettet in die Zellen desselben, und von ihnen festgehalten. Berstet der Follikel oder sprengt man denselben, so tritt das *Ovulum*, umgeben von den Zellen des *Cumulus* und den benachbarten Theilen des Epithels heraus, welche dasselbe nach Art eines Ringes oder einer Scheibe, *Discus proligerus*, Keimscheibe *v. Baer*, umfassen, jedoch nicht etwa nur mit der grössten Breite desselben zusammenhängen, sondern dasselbe ganz umschliessen. Das Ei selbst ist ein kugelrundes, im reifen Zustande $1/8 - 1/10'''$ messendes Bläschen, das, obschon in einigen Beziehungen eigenthümlich, doch die Bedeutung und Zusammensetzung einer einfachen Zelle hat. Die Zellmembran oder Dotterhaut, *Membrana vitellina*, ist von der ungewöhnlichen Dicke von $0{,}004 - 0{,}005'''$ und umgibt an den mikroskopischen Bildern den Inhalt oder Dotter, *Vitellus*, wie ein heller durchsichtiger Ring, daher sie auch *Zona pellucida* heisst. Dieselbe ist structurlos, sehr elastisch und fest, so dass sie eine bedeutende Ausdehnung erträgt, ohne zu reissen und stimmt in ihren chemischen Characteren ganz mit den *Membranae propriae* überein (§. 16). Der in frischen Eiern die Dotterhaut ganz ausfüllende, leicht gelbliche Dotter besteht aus einer zähen Flüssigkeit und vielen feinen blassen, in dieselbe eingestreuten Körnchen, zu denen in reifen Eiern auch einige Fettkörnchen sich gesellen und enthält in reifen Eiern excentrisch einen schönen bläschenförmigen Kern von $0{,}02'''$ mit hellem Inhalt und einem homogenen, runden, wandständigen, $0{,}003'''$ grossen Kernkörper, das Keimbläschen, *Vesicula germinativa* (das *Purkyně*sche Bläschen) und den Keimfleck, *Macula germinativa* (der *Wagner*'sche Fleck), wie sie hier heissen.

Fig. 265.

Der Nebeneierstock, ein Rudiment des *Wolff*'schen Körpers der Embryonen, besteht aus einer gewissen Zahl vom *Hilus ovarii* divergirend in den Fledermausflügel übergehender Canäle von $0{,}15 - 0{,}2'''$, die beim Menschen weder in das *Ovarium* ausmünden noch mit irgend welchen anderen Theilen sich verbinden und nichts als etwas helle Flüssigkeit enthalten. Dieselben bestehen aus einer Faserhaut von $0{,}020 - 0{,}024'''$ und einer einfachen Lage blasser cylindrischer vielleicht flimmernder Zellen und sind nur als Ueberrest eines embryonalen Gebildes von Interesse.

Die Arterien des Eierstocks aus der *Arteria spermatica* und *uterina*

Fig. 265. Ovulum des Menschen aus einem mittelgrossen Follikel, 250 mal vergr. *a*. Dotterhaut *Zona pellucida*, *b*. äussere Begrenzung des Dotters und zugleich innere Grenze der Dotterhaut, *c*. Keimbläschen mit dem Keimfleck.

treten als viele kleine Stämmchen zwischen den Platten der *Lig. lata* vom untern Rande in den Eierstock hinein, verlaufen im innern Theile seines *Stroma* geschlängelt weiter und enden einerseits im *Stroma* selbst und in der Albuginea, vor allem aber in den Wänden der *Graaf*'schen Follikel, wo sie ein äusseres gröberes und ein inneres feines, bis an die *Membr. granulosa* heranreichendes Netz erzeugen. Die Venen entspringen an denselben Orten, sind beim Menschen in den Wänden grösserer Follikel meist sehr schön zu sehen und enden an den *Venae uterinae* und *spermaticae internae*. Von Lymphgefässen kommen einige Stämmchen aus dem *Hilus ovarii* hervor und begeben sich mit den Blutgefässen weiter zu den Lenden- und Beckendrüsen und was die Nerven anlangt, so stammen dieselben aus dem *Plexus spermaticus*, dringen als kleine Stämmchen mit feinen Nervenröhren und *Remak*'schen Fasern mit den Arterien in den Eierstock ein, sind jedoch in ihrem letzten Verhalten noch nicht erforscht.

§. 205.

Loslösung und Wiederbildung der Eier, gelbe Körper. Vom Eintritte der Pubertät an bis zur Involutionszeit findet in den Eierstöcken eine beständige Loslösung der Eier durch Dehiscenz der *Graaf*'schen Bläschen statt, welche unabhängig von der Begattung bei Frauen und Jungfrauen vor Allem an die Zeit der *Menses* sich hält, jedoch unter noch nicht genau ermittelten Verhältnissen auch ausserhalb dieser Zeit vorkommen kann und häufig vorkommt. Bei Thieren zeigt sich derselbe Vorgang zur Brunstzeit, wobei jedoch die Paarung ein nothwendigeres Moment zu seiner Vollendung zu sein scheint, und lassen sich hier die anatomischen Vorgänge in grosser Vollständigkeit verfolgen, während beim Menschen die Gelegenheit zu solchen Beobachtungen schon seltener sich darbietet.

Wenn die *Graaf*'schen Follikel der Zeit des Berstens näher rücken, so vergrössern sich dieselben nach und nach bis zum Umfange von 4 bis 6''' und darüber und treten immer mehr an die Oberfläche hervor, bis sie warzen- oder halbkugelförmig über dieselbe hervorragen und nur noch von einem dünnen Häutchen der sehr verdünnten *Albuginea* mit ihrer Peritoneallamelle bedeckt sind. Zugleich mehren sich ihre Gefässe ungemein und wird durch fortwährende Exsudationen aus denselben der *Liquor folliculi* immer reichlicher, während die Faserhaut desselben am Boden und den Seitenwänden, nicht da wo das Ei liegt, nach innen sich verdickt und auch die *Membrana granulosa* etwas anschwillt und grössere Zellen (bis zu 0,01''') erhält. Haben diese Vorgänge eine gewisse Höhe erreicht, so vermögen die dünnen entgegenstehenden Membranen dem fortgesetzten und immer zunehmenden Drucke vom Innern des Follikels her, nicht mehr zu widerstehen, dieselben reissen am erhabendsten, am meisten verdünnten Punkte, wo gerade das Eichen sitzt und dieses tritt, wenn gerade der Eileiter an diesen Follikel sich angelegt hat, umgeben von den Zellen des Keimhügels in denselben hinein. Hier-

mit hat aber der *Graaf*'sche Follikel seinen Lebenslauf noch nicht geschlossen, vielmehr treten nun eine Reihe zum Theil neuer Bildungen in demselben auf, vermöge welcher er zuerst zu einem sogenannten gelben Körper wird und schliesslich ganz verschwindet.

Diese gelben Körper, *Corp. lutea,* zeigen sich am vollkommensten ausgeprägt, wenn auf die Loslösung des Eies eine Empfängniss und Schwangerschaft erfolgt und stellen in ihrer Blüthe rundliche oder länglichrunde feste Körper dar, von meist etwas bedeutenderer Grösse als die früheren Follikel, die in der Regel schon von aussen als Hervorragungen sichtbar sind und auf dem höchsten Theile eine strahlige, von der Oeffnung des *Graaf*'schen Follikels herrührende Narbe zeigen. Zu äusserst haben dieselben als Begrenzung gegen das *Stroma* des Eierstocks eine dünne weissliche Faserhaut (Fig. 266, 2 *f*), dann folgt eine gelbliche, vielfach gefaltete und daher viel dicker erscheinende gefässreiche Lamelle (Fig. 266 *c*) und im Innern befindet sich ein grösseres oder kleineres, entweder mit geronnenem Blute (einem Blutpfropfen) oder einer von Blut tingirten, etwas gallertigen Flüssigkeit erfülltes Cavum (Fig. 266 *d e*). Die Entstehung dieser Körper anlangend, so ist leicht ersichtlich, dass der Kern derselben aus dem beim Bersten des Follikels ergossenen Blut, manchmal gemengt mit einem Rest des *Liquor folliculi* besteht und dass die äussere Faserhaut die äussere Lage der ursprünglichen Faserhaut des Follikels ist; was die gelbe gefaltete Rindenlage betrifft, so kommt dieselbe grösstentheils auf Rechnung der innern Lage der Faserhaut des ursprünglichen Follikels, welche schon vor dem Austreten der Eier sich auflockert und nach demselben rasch bis zur Dicke von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}'''$ und darüber sich verdickt. An dieser Wucherung scheinen auch die nicht mit dem Ei aus dem Follikel ausgestossenen Reste seines Epithels, der *Membrana granulosa* sich etwas mitzubetheiligen, doch nur untergeordnet und lange nicht in dem Grade, wie die genannte Schicht, deren Wucherung von der Bildung einer ungemeinen Zahl von kleineren und grösseren Zellen begleitet ist, die zum Theil in junges Bindegewebe und Gefässe übergehen, zum Theil im Zustande von Zellen verharren und dann durch ihre bis auf 0,01 — 0,02''' ansteigende Grösse, schöne bläschenförmige Kerne mit *Nucleoli* und eine grössere oder geringere Zahl von gelb gefärbten Fetttropfen im Innern sich auszeichnen. Der

Fig. 266.

Fig. 266. Zwei gelbe Körper in natürlicher Grösse im Durchschnitt. 1. Ganz frisch 8 Tage nach der Conception, 2. aus dem 5. Monate der Schwangerschaft. *a Albuginea, b. Stroma ovarii, c.* verdickte und faltige Faserhaut des Follikels (innere Lage), *d.* Blutpfropf innerhalb derselben, *e.* entfärbter Blutpfropf, *f.* Faserhülle, die den gelben Körper begrenzt.

so beschaffene gelbe Körper verharrt nun einige Zeit bis zum 2. oder 3. Schwangerschaftsmonate in seiner ursprünglichen Grösse, indem, während sein Kern (mag derselbe nun ein Blutpfropfen sein oder eine röthliche Gallerte mit einer kleinen Höhlung im Innern) allmälig abnimmt und sich entfärbt, die gelbe Rindenlage noch fortwährend sich verdickt, und zugleich wird sein Gewebe mehr organisirt und compacter, dadurch, dass einerseits die innere Masse in Fasergewebe sich umwandelt, andrerseits die gelbe Rinde inniger mit derselben verschmilzt und immer reichlicheres junges Bindegewebe in sich entwickelt. Im 4. und 5. Monate beginnt die Atrophie des gelben Körpers, schreitet bis zum Ende der Schwangerschaft langsamer fort, so dass derselbe bei im Wochenbett Gestorbenen immer noch im Mittel 4‴ misst, nachher rascher, bis endlich nach einigen Monaten der metamorphosirte *Graaf*'sche Follikel ganz geschwunden oder zu einem winzigen, verschiedentlich gefärbten Körperchen geworden ist, das freilich noch lange bestehen kann, um vielleicht erst nach Jahren ganz sich zu verlieren. Solche verkümmernde gelbe Körper *(Corpora albicantia* und *nigra* der Autoren) haben anfangs noch eine besondere Begrenzung, einen zackigen, selten noch mit einem kleinen Cavum versehenen Kern von grauweisser oder rother, brauner, selbst schwarzer, von verändertem Hämatin herrührender Farbe und eine in verschiedenen Nüancen gelb oder gelbweiss, selbst ganz weiss gefärbte, oft noch deutlich gefaltete Rinde, werden jedoch später zu unförmlichen, mit dem *Stroma* des Ovariums zusammenfliessenden Flecken. Ihre Elemente sind Fasern von mehr embryonalem Character, wie sie auch das Eierstocksstroma bilden, dann verschiedene Pigmentmoleküle und gefärbte Krystalle (Haematoidin), so wie weisses gelbes Fett, welches letztere in der Rindensubstanz anfänglich noch in grösseren, runden, länglichen oder spindelförmigen Zellen sich findet, schliesslich durch ein Zerfallen derselben ebenfalls frei wird und zuletzt einer mehr oder minder vollkommenen Resorption anheimfällt.

Bei den gelben Körpern, deren Bildung nicht in die Zeit einer Schwangerschaft fällt, sind die Vorgänge zwar im Allgemeinen die gleichen, wie bei den andern, doch folgen sich dieselben mit viel grösserer Raschheit, so dass diese Körper in der Regel in Zeit von einem oder zwei Monaten ganz oder bis auf geringe Spuren verschwinden, wesshalb sie auch niemals das eigenthümliche Gefüge der andern, die man auch die wahren gelben Körper genannt hat, besitzen.

Für die vielen während der ganzen Blüthezeit des Lebens aus den Eierstöcken verschwindenden Follikel wird ein Ersatz gegeben dadurch, dass auch bei Erwachsenen beständig neue Eierkapseln entstehen und zu *Graaf*'schen Follikeln heranwachsen. Bei Thieren sind diese in die Zeit der Brunst fallenden, von *Barry*, *Bischoff* und *Steinlin* zuerst beobachteten Neubildungen sehr ergiebig und äusserst leicht zu beobachten, während beim Menschen noch keine Gelegenheit sich darbot, dieselben wahrzunehmen und nur aus dem Umstande, dass auch hier in normalen Ovarien immer Follikel von den verschiedensten Grössen sich fin-

den, eine beständige Bildung derselben sich erschliessen lässt. Wahrscheinlich ist auch hier die Zeit der Conception und der Menstruation diejenige, in welcher vorzüglich diese Productionen statt haben, welche bei Thieren, was das histologische betrifft, ganz in derselben Weise auftreten wie es unten von den ersten Follikeln der Embryonen geschildert werden soll.

§. 206.

Eileiter und Gebärmutter. Von den 3 Häuten des Eileiters zeigt die äusserste dem Bauchfell angehörende nichts bemerkenswerthes. Die mittlere oder glatte Muskelhaut ist namentlich an der innern Hälfte der Eileiter ziemlich dick und besteht aus äussern longitudinalen und innern queren Fasern, deren Elemente selbst zur Zeit der Schwangerschaft sich ziemlich schwer isoliren lassen, und mit viel mehr unentwickeltem Bindegewebe von derselben Form wie im *Stroma* des Eierstocks untermengt sind. Die innerste Haut ist die Schleimhaut, eine dünne weissröthliche weiche Lage, die durch eine geringe Menge submucösen Gewebes mit der Muskelhaut sich verbindet, keine Drüsen und Zotten, wohl aber einige Längsfalten zeigt und aus mehr unentwickeltem Bindegewebe mit vielen spindelförmigen Bildungszellen von solchem besteht. An ihrer innern Oberfläche vom Uterus bis zum freien Rand der Fimbrien sitzt eine einfache Lage von kegelförmigen oder fadenförmig auslaufenden flimmernden Zellen von 0,006—0,01‴, deren deutliche Wimpern einen vom *Ostium abdominale* zum *Ost. uterinum* hinlaufenden Strom erzeugen und wahrscheinlich bei der Fortbewegung der *Ovula*, nicht aber des *Sperma*, sich betheiligen.

Die Gebärmutter hat dieselbe Zusammensetzung wie der Eileiter, nur sind die Muskel- und Schleimhaut viel mächtiger und zum Theil anders beschaffen. An der blassröthlichen Muskelhaut lassen sich am passendsten 3 Lagen unterscheiden, welche jedoch nicht wie anderwärts (am Darm z. B.) scharf von einander geschieden sind. Die äussere Schicht besteht aus Längs- und Querfasern, von denen die ersteren als eine mit der Serosa innig verbundene zusammenhängende dünne Lage über den Grund und die vordere und hintere Fläche bis zum *Cervix* sich erstrecken, während die mächtigern Querfasern rings um das Organ herumziehen und auch zum Theil über den Uterus hinaus in die *Ligg. rotunda*, *ovarii* und *lata* und auf die Eileiter sich fortsetzen. Die mittlere Lage ist die mächtigste, zeigt quere, longitudinale und schiefe platte Bündel, die verschiedentlich sich durchflechten, und enthält stärkere Gefässe, besonders Venen, daher sie am schwangern Uterus namentlich ein schwammiges Ansehen besitzt. Die innerste Schicht endlich ist wieder dünner und wird von einem Netz von dünneren Längsfasern und stärkeren queren und schiefen Fasern gebildet, die an den Eileitermündungen oft sehr deutliche Ringe darstellen. Im *Fundus*, wo die Gebärmutter die grösste Dicke hat, ist die mittlere Lage am stärksten, und oft wie aus

mehreren Schichten zusammengesetzt, während am dünneren *Cervix* vorzüglich quere Fasern mit einzelnen longitudinalen untermengt zu finden sind. Gegen den äussern Muttermund und an diesem selbst liegen sehr entwickelte Querfasern unmittelbar unter der Schleimhaut und können auch als Schliesser desselben, *Sphincter uteri*, bezeichnet werden. — Bezüglich auf die Elemente so bestehen alle diese Lagen aus kurzen (von 0,02—0,03‴) spindelförmigen Faserzellen mit längsovalen Kernen, die wegen der grossen Menge des sie durchziehenden kernhaltigen, mehr embryonalen Bindegewebes, von derselben Form wie im *Stroma ovarii*, nur sehr schwer sich isoliren lassen und selbst durch Salpetersäure von 20% nicht so deutlich zum Vorschein kommen wie anderwärts.

Die Schleimhaut des Uterus ist eine weisse oder weissröthliche Haut, die mit der Muskelhaut fest zusammenhängt und nicht von ihr sich abpräpariren lässt, jedoch auf Durchschnitten durch ihre meist hellere Farbe, obschon selten scharf von ihr sich abgrenzt. Abgesehen von ihrer Grundlage, welche aus dem in den weiblichen Genitalien nirgends fehlenden, unentwickelte Kerne und Faserzellen haltenden Bindegewebe ohne elastische Elemente besteht, und dem Epithelium, das durchweg ein einfaches Flimmerepithelium mit blassen Zellen bis zu 0,016‴ und zarteren von aussen nach innen schlagenden Wimpern darstellt, ist die *Mucosa* im Körper und Grunde und im Cervicalcanale verschieden gebaut. Am erstern Orte ist dieselbe zarter, röthlicher und dünner (von ½—1‴), an der innern Oberfläche glatt und ohne Papillen, aber hie und da mit einigen grösseren Falten besetzt. In derselben finden sich sehr viele kleine Drüsen, die schlauchförmigen Drüsen des Uterus, auch Uterindrüsen, *Glandulae utriculares s. uterinae*, welche die grösste Aehnlichkeit mit den *Lieberkühn*'schen Drüsen des Darmes haben und einfache oder gabelig getheilte, am Ende nicht selten spiralig gedrehte, dicht stehende Schläuche darstellen von derselben Länge als die Schleimhaut dick ist und 0,02—0,03‴ Breite. Dieselben bestehen aus einer sehr zarten structurlosen Haut und einem regelmässigen Cylinderepithelium und münden für sich allein oder zu zweien und dreien beisammen mit Oeffnungen von $^1/_{30}$‴ aus. Von geformten Theilchen enthalten diese Drüsen normal nichts, wohl aber löst sich ihr Epithel sehr leicht ab und kann als ein grauweissliches sie erfüllendes Secret erscheinen.

Im *Cervix* ist die Schleimhaut weisser, fester und dicker (von 1—1½‴), namentlich an der vordern und hintern Wand, wo die bekannten *Plicae palmatae* liegen, zwischen denen grössere und kleinere, bis 1‴ und darüber tiefe, buchtige von cylindrischem Epithel ausgekleidete Gruben sich befinden, die zwar von gewöhnlichen Schleimdrüsen sehr wesentlich abweichen, aber doch, als Secretionsorgane des zähen glasartigen Schleimes des *Cervix uteri*, mit dem Namen der Schleimbälge des Uterus bezeichnet werden können. In dieser Gegend finden sich auch sehr häufig mit demselben Secret gefüllte geschlossene, aus einer Bindegewebslage und niedrigen Cylinderzellen gebildete Bläschen von ⅓—1—2‴ und dar-

über, die sogenannten *Ovula Nabothi*, welche man geneigt sein könnte für geschlossene Drüsenbläschen wie die *Graaf*'schen Follikel zu halten, welche zeitenweise bersten, die jedoch wahrscheinlich nichts als erweiterte und geschlossene Schleimbälge, zum Theil auch pathologische Neubildungen sind und hie und da auch in der Schleimhaut des *Corpus uteri* sich finden. — Das untere Drittheil oder die untere Hälfte des Cervicalcanales enthält warzen- oder fadenförmige von Flimmercylindern bekleidete Papillen von 0,1 — 0,3‴ Länge, mit einer oder mehrfachen Gefässschlingen und äusserst vielen kleinen Kernen auch wohl blassen Fetttropfen im Innern.

Die Gefässvertheilung im nicht schwangern Uterus zeigt nicht viel besonderes. Die gröbern Arterienäste verlaufen in der Muskelsubstanz und verbreiten sich von hier nach beiden Seiten in die Muskelhaut und Schleimhaut. Diese hat wie überall gröbere Gefässe in der Tiefe, feinere in den oberflächlichen Theilen, welche letztere, nachdem sie die Drüsen mit feineren Capillaren umgeben haben, ein äusserst reiches und zierliches Netz weiterer Gefässe (von 0,006 — 0,01‴) an der Oberfläche bilden, aus dem die weiten klappenlosen dünnwandigen Venen entspringen, die wie die Arterien nach aussen ziehen. Die wahrscheinlich in der *Mucosa* beginnenden Lymphgefässe sind ungemein zahlreich, bilden gröbere und feinere Netze unter dem Peritonealüberzuge und leiten durch beträchtliche mit den Blutgefässen verlaufende zahlreiche Stämme theils zu den Beckendrüsen, theils mit den *Vasa spermatica* zu den Lendengeflechten. Die mit vielen feinen und einzelnen dicken Nervenröhren versehenen Nerven des Uterus, von den *Plexus hypogastrici* und *pudendi* treten geflechtartig verbunden in den breiten Mutterbändern an den Uterus heran und verästeln sich vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend in der Muskelsubstanz vom *Fundus* bis zum Hals, an welch' letzterem Orte sie am reichlichsten sind. Dieselben sind weiss und besitzen im Uterus drin keine Ganglien, ihr Verhalten in der Schleimhaut und ihre sonstige Endigung ist unbekannt.

Von den Uterusbändern sind die *Ligg. lata*, *anteriora* und *posteriora* Bauchfellduplicaturen, welche neben den zu- und abtretenden Gefässen und Nerven auch vom Uterus auf sie übertretende glatte Muskelfasern in ziemlicher Zahl enthalten. Dasselbe Gewebe findet sich, ebenfalls von der Gebärmutter abstammend, spärlich in den *Ligg. ovarii* und in sehr bedeutender Menge in den *Ligg. rotunda*, als longitudinale von Bindegewebe umgebene Bündel, an die am innern Leistenringe auch ziemlich viele, oft bis gegen den Uterus heranreichende quergestreifte Muskelfasern sich anschliessen.

§. 207.

Veränderungen des Uterus zur Zeit der Menstruation und Schwangerschaft. Während der Periode vergrössert sich der ganze Uterus und lockert sich auf, was wohl vorzüglich auf Rechnung der

sich ausdehnenden Gefässe und der bedeutenderen Durchtränkung des ganzen Organes mit Blutplasma zu setzen ist, wenigstens habe ich in der Muskelhaut ausser einer leichteren Darstellbarkeit ihrer Elemente keine weiteren Veränderungen gefunden. Dagegen nimmt in manchen Fällen die Schleimhaut wirklich zu, verdickt sich bis zu 1, 2 selbst 3‴, ja in ihren vortretenden Falten bis zu 5—6‴, wird weicher und zeigt prächtige leicht isolirbare Schlauchdrüsen von 1—3‴ Länge und 0,036—0,04‴ Breite und viele junge, runde und spindelförmige Zellen in ihrem Gewebe. Die Blutgefässe der Schleimhaut, aus denen vorzüglich das Menstrualblut stammt, sind im ganzen Umfange des Uterus besonders im Körper und Grunde ungemein zahlreich und ausgedehnt, was namentlich von dem oberflächlichen Capillarnetze gilt, wesshalb auch die *Mucosa* lebhaft roth gefärbt erscheint. Mit dem Austritte des Blutes aus den oberflächlichen zerreissenden Capillaren wird auch das Epithel der Schleimhaut grossentheils abgestossen, mit Ausnahme desjenigen des *Cervix* und findet sich dasselbe immer in grosser Menge in dem mit Blut gemengten Schleime, der das *Cavum uteri* erfüllt, dagegen ist es nicht als normal zu betrachten, wenn nach der Periode oder zur Zeit derselben die ganze Uterusschleimhaut oder Stücke derselben sich ablösen. — Nach der Periode treten die Theile rasch in ihre alten Verhältnisse wieder ein und bildet sich das Epithelium neu.

Ganz andere Veränderungen setzt die Schwangerschaft am Uterus, unter denen jedoch vom mikroskopischen Standpunkte aus nur die Zunahme des Organes von Interesse ist, die bekanntlich auf einer ungemeinen Vergrösserung des Umfanges und des *Cavum* zuerst mit Verdickung, dann, vom 5. Monate an in der Regel, mit Abnahme der Wände und einer im Mittel 24fachen Massenvermehrung (*J. F. Meckel*, *Anat.* IV. 691) beruht. Die Art und Weise des Zustandekommens derselben war, was die histologischen Verhältnisse anlangt, bis vor nicht langer Zeit so zu sagen ganz unbekannt, lässt sich aber jetzt in den Hauptpunkten ganz genügend darlegen. Die Hauptveränderungen finden sich in der Muskelhaut, auf deren Rechnung vorzüglich die Zunahme des Volumens des Uterus zu setzen ist und zwar sind es hier zwei Vorgänge, welche gemein-

Fig. 267.

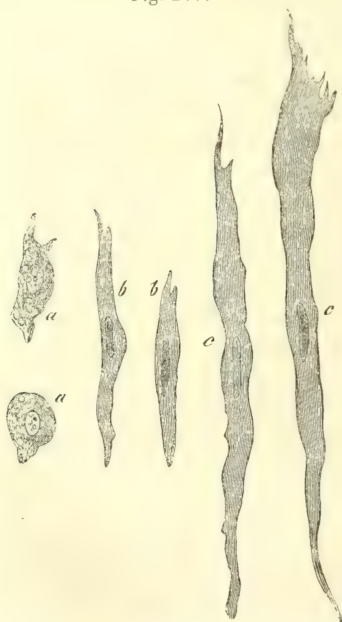


Fig. 267. Muskelelemente aus einem 5monatlichen schwangern Uterus. *a*. Bildungszellen der Muskelfasern, *b*. jüngere, *c*. entwickelte Faserzellen, 350 mal vergr.

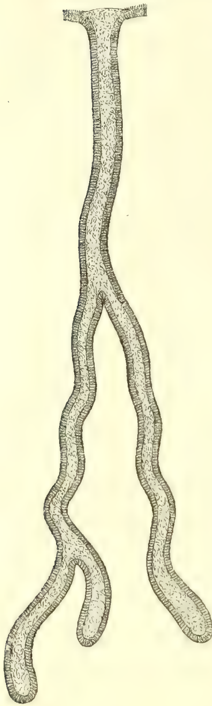
Fig. 268.



schaftlich an derselben sich betheiligen, einmal eine Vergrösserung der schon vorhandenen muskulösen Elemente und zweitens eine Neubildung von solchen. Erstere ist so bedeutend, dass die contractilen Faserzellen statt 0,002 — 0,003‴ Länge, 0,002‴ Breite wie sonst, im 5. Monate 0,06 — 0,12‴ Länge, 0,0025 — 0,006, selbst 0,01‴ Breite, in der zweiten Hälfte des 6. Monates 0,1 — 0,25‴ Länge, 0,004 — 0,006‴ Breite 0,002 — 0,0028‴ Dicke besitzen, somit um das 7 — 11fache in der Länge und das doppelte bis fünffache in der Breite zunehmen. Die Neubildung von Muskeln ist in der ersten Hälfte der Gravidität besonders in den innersten Lagen der Muskelhaut zu beobachten, wo neuentstandene Zellen von 0,01 — 0,018‴ Grösse in allen Uebergängen in Faserzellen von 0,02 bis 0,03‴ stets in Menge sich finden, mangelt jedoch auch in den äusseren Schichten nicht. Vom 6. Monate an scheint diese Entstehung von Muskeln aufzuhören, wenigstens fand ich in der 26. Woche im ganzen Uterus nichts als die erwähnten colossalen Faserzellen und keine Spur mehr ihrer früheren Formen. Gleich wie die Muskeln nimmt auch das sie vereinende Fasergewebe zu und zeigt gegen das Ende der Gravidität zum Theil deutliche Fibrillen. Während die Muskelhaut in dieser Weise wächst, hat auch die Schleimhaut mannigfach sich verändert. Sie ist es eigentlich, welche die Metamorphosen des *Uterus gravidus* einleitet, indem sie schon in der 2. Woche bis zu 2 — 3‴ sich verdickt, weicher, lockerer und röther wird, stärker vorragende Falten bekommt und bestimmter von der Muskelhaut sich abgrenzt, welche Eigenthümlichkeiten je länger um so deutlicher hervortreten. Mikroskopisch untersucht ergibt sich, dass nicht nur ihre Gefässe stärker ausgedehnt sind, sondern auch eine reichliche Neubildung von Bindegewebe in ihrem Parenchyme und eine bedeutende Vergrösserung der schlauchförmigen Drüsen stattgefunden hat, welche letztere nun 2 — 3‴ Länge und 0,04 — 0,11‴ Breite, 0,08‴ im Mittel betragen. Im weitern Verlaufe gestaltet sich nun aus dem grössten Theile der hypertrophischen Schleimhaut die bekannte *Decidua vera*, während ein anderer Theil an der Anheftungsstelle des Eies zur *Placenta uterina*

Fig. 268. *a*. Muskulöse Faserzelle aus einem 6monatlichen *Uterus gravidus*, *b*. der mittlere Theil derselben nach Essigsäurebehandlung den Schein einer Hülle zeigend, *c*. Kern der Faserzellen. Vergr. 350.

Fig. 269.



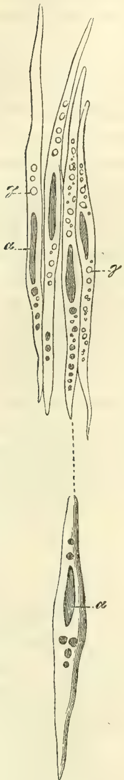
sich umwandelt und durch eine Wucherung vom Rande dieser Theile aus die Reflexa um das Ei herum entsteht, Vorgänge, welche hier nicht weiter zu besprechen sind. Nur das kann bemerkt werden, dass die Utriculardrüsen in der *Vera* nach und nach zu weiteren Säckchen sich umwandeln, deren Oeffnungen dieselbe und den Rand der Reflexa wie siebförmig durchbrochen erscheinen lassen, ferner dass die *Deciduae* vom 2. Monate an zwar allmälig an Dicke abnehmen, wegen der Vergrösserung der innern Oberfläche des Uterus jedoch in der Massenzunahme noch lange nicht stille stehen, endlich dass ihr Gewebe zu jeder Zeit aus grösseren und kleineren runden Zellen mit prächtigen, oft mehrfachen Kernen, aus z. Th. colossalen Faserzellen mits chönen grossen Kernen und namentlich in der *Vera* aus zahlreichen Gefässen besteht, wogegen ein Epithel, die ersten Monate ausgenommen, an den *Deciduae* nicht mehr zu finden ist. — Die Schleimhaut des *Cervix* nimmt an der Bildung der *Deciduae* keinen Antheil und behält ihr Epithel (ohne Flimmern) während der ganzen Schwangerschaft. Doch wulstet sich dieselbe ebenfalls auf und vergrössern sich vor allem ihre Schleimbälge, welche den bekannten, den Cervicalcanal ganz erfüllenden Schleimpfropfen secerniren.

Die seröse Hülle nimmt zwar nicht in demselben Grade wie die Schleimhaut doch ebenfalls deutlich an Stärke zu, dagegen ist die Verdickung der Uterusbänder, namentlich der runden, sehr deutlich und beruht ebenfalls auf ähnlichen Veränderungen ihrer glatten Muskulatur, wie sie beim Uterus beschrieben wurden, vielleicht auch auf einer Zunahme der quergestreiften Bündel. Ebenso ist das Wachsthum der Blut- und Lymphgefässe in die Länge und im Umfang sehr evident und einem guten Theile nach auf Rechnung vergrösserter und neu entstandener Muskelelemente zu setzen, die an den Venen auch in der *Adventitia* und *Intima* nachzuweisen sind. Was die Nerven anlangt, so verdicken sich dieselben ebenfalls, doch ist es zweifelhaft, ob wirklich neue Nervenröhren in denselben entstehen. Sicher ist dagegen, dass die vorhandenen Elemente an Breite und Länge zunehmen, ihre dunkelrandigen Contouren länger beibehalten und weiter ins Innere zu verfolgen sind als sonst.

Die Verkleinerung des Uterus nach der Geburt und die Herstellung eines den früheren Verhältnissen zwar nicht gleichen, aber doch nahestehenden Zustandes kommt in den verschiedenen Theilen desselben nicht ganz in

Fig. 269. Eine Uterindrüse einer Erstgebärenden 8 Tage nach der Conception.

Fig. 270.



derselben Weise zu Stande. In der Muskelhaut spielt offenbar eine Atrophie der contractilen Faserelemente eine Hauptrolle, indem dieselben zugleich mit einer Fettbildung in ihrem Innern schon 3 Wochen nach der Geburt wieder dieselbe Kürze (0,03‴) zeigen, wie im jungfräulichen Uterus, doch kommt vielleicht auch eine vollständige Resorption gewisser Muskelfasern zu derselben hinzu. Anders verhält es sich mit der Schleimhaut, welche in Gestalt der *Deciduae* und *Placenta uterina* nach der Geburt vollständig ausgestossen wird und desswegen sich ganz neu zu bilden hat. Die genaueren Vorgänge bei dieser einzig in ihrer Art dastehenden Regeneration sind noch nicht verfolgt, doch ist es mehr als wahrscheinlich, dass dieselbe schon innerhalb der ersten 2oder 3 Monate nach dem *Puerperium* sich vollendet. — Dass ausserdem auch die *Serosa,* die Gefässe und Nerven des Uterus sich zurückbilden ist klar, das Nähere hierüber jedoch noch nicht erforscht.

Von den Nerven des schwangern Uterus nimmt man seit *Tiedemann* allgemein an, dass dieselben stärker seien, als im jungfräulichen, doch wird dies in der neuesten Zeit von *Snow-Beck* gänzlich bestritten und von *Jobert de Lamballe (Compt. rend.* 1841 *Mai)* nur insofern zugegeben, als das sie umhüllende Bindegewebe, nicht aber die Nerven selbst verdickt seien. Es ist klar, dass nur mikroskopische, sehr genaue Untersuchungen in dieser Frage den Entscheid geben können, diese sind jedoch spärlich. Aus *Remak's* (l. c.) Angabe, dass die Nerven zur Zeit der Gravidität stärker und grau werden, was durch eine Zunahme kernhaltiger Fasern bedingt sei, ist vorläufig nichts zu schliessen, da jeglicher Anhaltepunkt mangelt, um zu entscheiden, ob diese kernhaltigen Fasern embryonale Nervenröhren oder eine Form von Bindegewebe sind. Dagegen verdanken wir *Kilian* sorgfältige Untersuchungen bei Thieren, die mit Gewissheit darthun, dass die Uterusnerven zur Zeit der Trächtigkeit weiter in die Uterussubstanz hinein als dunkelrandige Röhren sich verfolgen lassen, während dieselben früher, zum Theil schon bevor sie in den Uterus eintreten, z. Th. wenn sie kaum in denselben übergegangen, die Natur embryonaler markloser Röhren haben. Es gelang *Kilian* aus diesem Grunde auch die Nerven im schwangern Uterus viel weiter ins Parenchym zu verfolgen als sonst. Von einer Bildung neuer Nervenröhren in den Stämmen sah *Kilian* nichts, und hält er eine solche für unwahrscheinlich, indem man dann auch eine Neubildung von Gangliensubstanz annehmen müsste, was nicht wohl gehe. Mir scheint etwas der Art keineswegs unmöglich, da ja die Ganglienzellen- und Faservermehrung nur einmal bei der ersten Gravidität stattzufinden hätte, auch ist es gedenkbar, dass neugebildete Nervenröhren einfach als Aeste an andere sich anschliessen, und wird es daher doch gerathener sein abzuwarten, nach welcher Seite die den Menschen betreffenden Angaben *Remak's* sich entscheiden. Darauf möchte jedoch auch ich aufmerksam machen, dass eine Verdickung von Nerven allerdings auch durch Dickenzunahme der schon vorhandenen Röhren und Vermeh-

Fig. 270. Muskulöse Faserzellen des Uterus 3 Wochen nach der Geburt, vier davon mit Essigsäure behandelt und blass. *a.* Kerne derselben, *g.* Fettkörnchen in denselben. Vergr. 350.

rung des Neurilems geschehen kann und dass die Nerven durch Vermehrung ihrer Endtheilungen an Zahl vollkommen befähigt werden können über grössere Flächen sich auszubreiten als sonst.

Die Zunahme der Gefässe sowohl der Arterien als und vor Allem der Venen zur Zeit der Schwangerschaft ist sehr bedeutend, und daher unterscheidet sich um diese Zeit die mittlere, die grösseren Gefässe enthaltende Lage der Muskelsubstanz viel deutlicher von den beiden andern. Wie die Gefässe in der Schleimhaut, da, wo die *Placenta* sich bildet, sich verändern, kann hier nicht besprochen werden, und will ich nur so viel bemerken, dass ich zu denen gehöre, welche in der *Placenta uterina* des Menschen am Rande und an der convexen Fläche noch grössere Gefässstämme annehmen, dagegen im Innern nichts als wandungslose, zwischen den Zotten des Chorion befindliche Lacunen (vergl. *Kiwisch, Geburtskunde I. pg.* 151 u. flgde. *C. Wild, Zur Physiologie d. Placenta, Würzb.* 1849, *Virchow, Arch. III. pg.* 449; *Schröder v. d. Kolk* in *Verh. d. Nied. Instituts* 1851). In der übrigen *Decidua* erweitern sich die Capillaren oft ungemein, nach *Virchow (Archiv für path. Anat. III.* pg. 436) betragen die oberflächlichen Capillaren derselben in der 6. Woche der Gravidität 0,027—0,045‴ und werden äusserst dünnwandig und so sind dieselben wahrscheinlich ebenfalls an der Placentastelle, bevor ihre Wandungen schwinden und ihre Lumina zu den Lacunen derselben zusammenfliessen. — An den Venenstämmen des schwangern Uterus fand ich ausser der auch sonst vorhandenen Ringmuskellage mit ungemein vergrösserten Faserzellen, noch eine äussere und innere longitudinale Muskelschicht mit ähnlichen colossalen Elementen, so dass mithin hier die Zunahme der Wandungen direct nachgewiesen ist *(Zeitschr. f. wiss. Zool. I.* 84*)*.

§. 208.

Scheide und äussere Geschlechtstheile. Die 1‴ dicken Wände der Scheide, *Vagina,* bestehen aus einer äussern Faserhaut, einer mittlern Muskellage und einer Schleimhaut. Die dünne weissliche Faserhaut zeigt aussen mehr lockeres, nach innen derberes Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern und Venennetzen und geht ohne Grenze in die zweite mehr röthliche Lage über, die neben Bindegewebe und vielen Venen eine ziemliche Zahl, namentlich während der Schwangerschaft, entwickelter glatter Muskelfasern enthält, die mit ihren quer- und längsverlaufenden Bündeln 0,04—0,08‴ langer Faserzellen eine wirkliche Muskelhaut zusammensetzen. Die Schleimhaut ist blassröthlich, mit vielen grösseren und kleineren Falten und Warzen, den *Columnae rugarum* versehen, und aus einem derben drüsenlosen, an elastischen Elementen ungemein reichen Bindegewebe zusammengesetzt, dem sie ihre grosse Festigkeit und Dehnbarkeit verdankt. Ihre innere Oberfläche besitzt zahlreiche faden- oder kegelförmige Papillen von 0,06 bis 0,08‴ Länge und 0,025—0,03‴ Breite, die ganz in ein 0,07—0,09‴ dickes Pflasterepithel, von derselben Art wie in der Speiseröhre, eingebettet sind, dessen oberste Plättchen bei einem Durchmesser von 0,01—0,015‴, Kerne von 0,003‴ enthalten. — Das Hymen ist eine Verdoppelung der Scheidenschleimhaut und besitzt dieselben Elemente wie sie.

Von der Scheide aus erstreckt sich die Schleimhaut auch noch auf die äussern Genitalien, überzieht die *Glans clitoridis* und den Vorhof mit der Harnröhrenmündung und bildet als Verdoppelungen das *Praeputium clitoridis* und die *Labia minora*. An den grossen Schamlippen geht die-

selbe ununterbrochen in die äussere Haut über, welche an der innern Seite derselben und an den *Commissurae labiorum* noch mehr mit einer Schleimhaut übereinstimmt, am Rande und an der äussern Fläche dagegen und am *Mons veneris* ganz der *Cutis* gleicht. — Die Grundlage der Schleimhaut der äussern Genitalien ist ein schwammiges, gefässreiches, fettloses, jedoch an feineren elastischen Fasern ziemlich reiches Bindegewebe, das in seiner verdichteten dem Corium entsprechenden $1/4$ — $1/5'''$ dicken äusseren Lage überall sehr entwickelte Papillen, an den *Labia minora* von $1/10$—$1/20'''$, an der *Clitoris* von $1/24$—$1/33'''$, und ein geschichtetes Pflasterepithelium von 0,04 — 0,12''' besitzt, dessen oberflächlichste Zellen zwischen 0,01—0,02''' betragen (Fig. 56, 4). Die *Labia majora* stimmen im Bau ihrer Bekleidung zum Theil mit der *Mucosa* überein, zum Theil schliessen sie sich an die *Cutis* an und enthalten im Innern gewöhnliches Fettgewebe.

Die äussern Genitalien besitzen verschiedene kleinere und grössere Drüsen. Talgdrüsen von meist rosettenförmiger Gestalt und bedeutender Grösse ($1/4$—1''') finden sich an den *Labia majora* aussen und innen in Verbindung mit grösseren und kleineren Haarbälgen, ferner in grosser Menge an den *Lab. minora* meist ohne Haare und etwas kleiner (von $1/10$ bis $1/2'''$), endlich auch hie und da um die Harnröhrenmündung und seitlich am Scheideneingang. Gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von $1/3$—$1\,1/2'''$ Grösse mit kaum sichtbaren oder ziemlich grossen Mündungen, kurzen oder bis zu 6''' langen Ausführungsgängen bieten in sehr wechselnder Zahl der Umkreis der Harnröhrenmündung, der Vorhof und die Seitentheile des Scheideneinganges dar. Endlich finden sich noch die zwei den *Cowper*'schen Drüsen des Mannes entsprechenden *Bartholin*'schen Drüsen am untern Ende der Vorhofszwiebeln seitlich am Scheideneingang, gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von 6''' Grösse mit birnförmigen von einem Pflasterepithelium ausgekleideten Drüsenbläschen von 0,02—0,05''', die in einem compacten kernhaltigen der Muskelfasern entbehrenden Bindegewebe, drin liegen. Die 7—8''' langen, $1/2'''$ breiten Ausführungsgänge dieser Drüsen haben nach aussen von ihrer mit einem Cylinderepithelium von 0,01''' ausgekleideten Schleimhaut eine zarte Längsschicht von glatten Muskeln, und enthalten immer einen zähen amorphen, klaren, gelblichen Schleim.

Die *Clitoris* mit ihren beiden *Corpora cavernosa* und die mit den Vorhofszwiebeln *(Bulbi vestibuli)*, dem gespaltenen *Corpus cavernosum urethrae* des Weibes, in Verbindung stehende *Glans* sind im Kleinen gerade ebenso beschaffen wie die entsprechenden Theile und cavernösen Körper des Mannes, und lassen sich die muskulösen Elemente hier noch leichter isoliren als beim Mann.

Die Blutgefässe der Scheide und der äussern Genitalien zeigen im Ganzen nicht viel bemerkenswerthes. In den Papillen der verschiedenen Orte finden sich meist einfache Gefässschlingen, nur wenn dieselben grösser oder zusammengesetzt sind, wie häufig im Umkreis der Harn-

röhrenmündung, mehrfache solche. Die *Corpora cavernosa* verhalten sich wie beim Mann und scheinen nach Valentin auch in der *Clitoris* die *Art. helicinae* vorzukommen. — Ungemein reich sind die Venenplexus in den Wänden der Scheide über den Vorhofszwiebeln, doch stellen dieselben keineswegs, wie Kobelt annimmt, wirkliche cavernöse Körper dar. Die Lymphgefässe der äussern Genitalien und der Scheide sind zahlreich und münden theils in die Leistendrüsen, theils in die Beckenplexus. Die Nerven endlich stammen theils vom *Sympathicus*, theils von dem *Plexus pudendus* und sind namentlich in der *Clitoris* ungemein zahlreich, aber auch in der Scheidenschleimhaut nicht schwer zu finden. Dieselben bieten am letztern Orte Theilungen dar und sind in ihren Enden noch wenig erforscht. In den gefässhaltigen Papillen fand ich nirgends Nerven, dagegen traf ich einige Male in der *Clitoris* solche in gefässlosen kleinen Wärzchen, die auch rudimentäre Axenkörperchen enthielten, und glaube ich hier sowohl wie an der Oberfläche der Schleimhaut selbst, in der ebenfalls hie und da den Axenkörperchen ähnliche Bildungen vergraben liegen, an feineren und stärkeren Nerven Endigungen mit Schlingen wahrgenommen zu haben. — In der *Clitoris* des Schweines fand Dr. Nylander aus Helsingfors Pacinische Körperchen, die ich ebenfalls sah und Endigungen der Nerven in den Papillen mit Schlingen.

§. 209.

Physiologische Bemerkungen. Die Entwicklung der innern weiblichen Genitalien, die oben §. 202 schon berührt wurde, stimmt anfänglich mit derjenigen des Mannes vollkommen überein und ergibt sich erst nach einiger Zeit eine Differenz in der histologischen Fortbildung der Geschlechtsdrüsen, sowie darin, dass beim Weibe der *Wolff*'sche Körper, ausser dass er den Nebeneierstock bildet, in keine weitere Beziehung zu den Genitalien tritt, während die sogenannten *Müller*'schen Gänge zu Eileitern, Uterus und Scheide sich gestalten. — Die histologischen Verhältnisse anlangend, so sind fast nur die Eierstöcke von grösserem Interesse. Dieselben bestehen anfänglich aus gewöhnlichen Bildungszellen von 0,005—0,009''' Grösse, welche später zum Theil in Fasern und Gefässe übergehen, zum Theil als Zellen beharren, von sich aus wahrscheinlich durch Theilung sich vermehren und zur Bildung der *Graaf*'schen Follikel

Fig. 271.

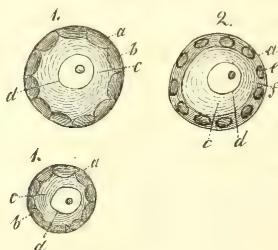


Fig. 271. 3 *Graaf*'sche Follikel aus dem Eierstock eines neugebornen Mädchens, 350 mal vergr. 1. ohne, 2. mit Essigsäure. *a.* Structurlose Haut der Follikel, *b.* Epithel *(Membrana granulosa)*, *c.* Dotter, *d.* Keimbläschen mit Fleck, *e.* Kerne der Epithelzellen, *f.* Dotterhaut, sehr zart.

dienen. Diese zeigen sich nach *Barry* zuerst als 0,01‴ grosse runde Häufchen einiger weniger Zellen, welche im Innern ein helleres Bläschen, das Keimbläschen, enthalten, nehmen jedoch bald durch Bildung einer zarten structurlosen Haut aussen um die Zellen, die dann wie ein Epithel erscheinen, die Natur von Follikeln an. Solche jüngste *Graaf*'sche Bläschen *(Ovisacs Barry)* findet man zu Tausenden in den Eierstöcken von nahezu reifen Embryonen und von Neugebornen, und ist an ihnen die weitere Entwicklung sehr leicht zu verfolgen. Während der Follikel durch Vermehrung der Zellen seines Epithels (der *Membrana granulosa*) wächst und zugleich von aussen her eine gefässreiche Faserhülle sich anbildet, sammelt sich im Innern eine beim Menschen körnerarme helle Masse und drängt das 0,0065—0,008‴ grosse Keimbläschen mit einem Keimfleck von 0,001—0,0015‴ von dem Epithel, dem es zuerst dicht anlag, ab in die Mitte des Follikels. Hat dieser 0,02‴ erreicht, so wird eine das Keimbläschen und den gesammten Inhalt des Follikels umschliessende, der *Membr. granulosa* dicht anliegende Hülle, die Dotterhaut sichtbar, welche alle Autoren als eine secundäre Bildung ansehen, obschon dieselbe vielleicht schon bei der allerersten Anlage der Follikel als eine ganz feine, das Keimbläschen eng umgebende Membran vorhanden ist. Anfangs ungemein zart und kaum wahrzunehmen, wird die Dotterhaut später, wenn der Follikel noch mehr sich vergrössert und neue Flüssigkeit aufnimmt, deutlicher, indem sie nun von der Wand derselben sich entfernt und auch bald sich verdickt. In Follikeln von 0,04—0,05‴ sind die Eier schon vollkommen deutlich und unverhältnissmässig gross, mit zarter *Zona* und den Wandungen der Follikel noch sehr nahe anliegend. Die weitere Entwicklung ergibt sich von selbst, nur will ich noch bemerken, dass man bei Neugebornen seltener schon von blossem Auge sichtbare Follikel findet; dagegen treten solche schon vor der Pubertät auf, um jedoch erst in dieser bedeutender sich zu entfalten.

Dem Gesagten zufolge reiht sich die Entstehung der *Graaf*'schen Follikel ganz an die der röhrenförmigen Drüsen an. Das erste ist ein Zellenhaufen, vielleicht anfänglich ohne Höhle und Inhalt, und entsteht dann die structurlose Haut, nicht durch Verschmelzung der äussersten Zellen, sondern wahrscheinlich als Ausscheidung derselben, womit der Follikel gegeben ist, der mithin vollkommen einem geschlossenen Drüsenbläschen oder einem Abschnitte eines schlauchförmigen Drüsencanals entspricht. Wo das Keimbläschen herkömmt und die Dotterhaut, ist zweifelhaft; dasselbe ist entweder ein in der kleinen Follikelhöhle entstandener Kern von neuer Bildung, um den dann zuerst etwas Dotter sich ansammelt und dann erst nach Art der Zellenbildung um Inhaltsportionen die Zellenmembran oder Dotterhaut entsteht, oder das ganze Ei mit dem Keimbläschen ist nichts anderes als die centrale Zelle der ursprünglichen Anlage des *Graaf*'schen Follikels und somit zugleich mit diesem da. Auf jeden Fall entspricht dasselbe einer Zelle, und ist das Keimbläschen nichts als der Zellenkern.

Ueber die physiologischen Verhältnisse der fertigen weiblichen Sexualorgane ist schon im früheren manches angeführt worden und es wird daher hier genügen, noch die Bewegungen und Secrete derselben etwas ins Auge zu fassen. In den Eierstöcken, deren *Stroma* oft täuschend muskulös aussieht, habe ich mit Salpetersäure von 20 % vergebens nach Muskeln gesucht, doch erhält man an frischen Präparaten hie und da mikroskopische Bilder, welche man geneigt ist, auf dieses Gewebe zu deuten. Dass die Eileiter sehr lebhafter Bewegungen fähig sind, wird nach den Resultaten der Vivisectionen bei Thieren und der mikroskopischen Untersuchung beim Menschen nicht zu bezweifeln sein und sehe ich entgegen *v. Kiwisch (Geburtskunde,* pg. 96) nicht ein, warum nicht durch Bewegungen derselben, verbunden mit einer Art Steifung durch grössere Füllung der Gefässe, ein Anlegen an den Eierstock zu Stande kommen sollte, wie dies auch durch die Erfahrungen von *Gendrin* und *Raciborski* (l. c. pg. 412—417) an zwei während der Menstruation Gestorbenen und von *Laahr (De mutat. gen. mul. brevi post concept, Halis* 1843*)* für eine kurz nach dem *Coitus* Getödtete bestätigt wird. Die Bewegungen des Uterus anlangend, so sind dieselben auf jeden Fall während der Geburt sehr energisch, fehlen aber auch ausser dieser Zeit nicht. Die Muskulatur ist so angelagert, dass einmal eine allseitige Verengerung der Uterushöhle, dann aber auch locale, mehr oder weniger ausgedehnte Contractionen mit grosser Leichtigkeit zu Stande kommen können. So ist beim Gebäract der *Cervix* und das *Orificium* erschlafft, während der Grund und der Körper sich zusammenzieht und erst zuletzt folgen noch Contractionen der ersteren Theile und der *Vagina*. Bei Krämpfen zieht sich der ganze Uterus enge um das Kind zusammen, bei Retention der *Placenta* ganz local nur der Grund. — Dass bei der Menstruation und beim *Coitus* Bewegungen eintreten, ist wahrscheinlich, aber nicht ganz ausgemacht. Bei letzterem nimmt man gewöhnlich eine Oeffnung des *Orificium* und Erweiterung des Cervicalcanales an. Denkt man sich dieselbe als selbständig im *Cervix* auftretend, so hat man Recht, wenn man mit *Kiwisch* (l. c. pg. 103) gegen dieselbe opponirt, denn die radiären, von *Kasper* beschriebenen Fasern, die einzig etwas der Art bewirken könnten, existiren nicht; dagegen ist die Sache sehr leicht gedenkbar, wenn im *Cervix* und *Orificium* ein Nachlass der Muskulatur, im Körper und Grund eine Contraction besonders der longitudinalen Fasern statuirt wird. — Will man den Uterus in der Anordnung seiner Muskulatur und seinen Bewegungen mit einem andern Organe vergleichen, so ist keines passender als die Blase, in der die Muskulatur wesentlich ebenso angeordnet ist und ein physiologischer Gegensatz zwischen den untern und obern Theilen sich findet. — Die Sensibilität des Uterus und der innern Theile der weiblichen Genitalien überhaupt ist sehr gering; sorfältiges Sondiren der Uterushöhle macht keine Sensation, ebenso wird eine Berührung der Vaginalportion oft kaum empfunden, dagegen können diese Theile bei stärkerem Druck, Zerrungen, Entzündungen schmerzen. Die Scheide wird nach unten zu immer sensibler und was die äussern Genitalien anlangt, so sind es besonders die *Clitoris*, welche die reiche Nervenausbreitung zu Sensationen befähigt, dann auch der Scheideneingang besonders an den Mündungen der *Bartholin*schen oder *Duverney*'schen Drüsen.

Die Secrete der weiblichen Genitalien sind, abgesehen von denen des *Ovarium*, 1) ein weisslicher Schleim im Uterus und der Vagina, der am erstern Orte wohl vorzüglich von den Uterindrüsen stammt und wahrscheinlich in einigen Beziehungen abweicht; 2) ein glasheller zäher Schleim im *Cervix uteri* (siehe oben); 3) das helle zähe Secret der *Bartholin*'schen Drüsen, das während der Begattung in grosser Menge entleert wird und bei Reizungen, wie *Huguier* und *Scanzoni* sahen, selbst manchmal im Strahle hervortritt, was auf Rechnung der Muskeln des Ausführungsganges geschrieben werden kann; 4) die Secrete der kleinen Talg- und Schleimdrüsen der äussern Genitalien.

Untersuchung der weiblichen Genitalien. Die *Graaf*'schen Follikel sind möglichst frisch zu untersuchen, wenn man die *Membrana granulosa* und Eier in ihren natürlichen Verhältnissen sehen will. An ältern Eikapseln schwimmt die

erstere in Flocken im *Liquor folliculi* und ist auch der Keimhügel meist zerstört. Um das Eichen, dessen Lage man bei gewissen Thieren, wie beim Hund z. B., schon bei noch geschlossenem Follikel erkennt, sicher zu erhalten, öffnet man einen grösseren sorgfältig herauspräparirten Follikel unter etwas Wasser und untersucht mit einer kleinen Vergrösserung die grösseren herausgetretenen Flocken, sonst findet man dasselbe auch leicht, wenn man den Inhalt eines Follikels sorgfältig auf einem Objectträger auffängt. Auch beim rohen Zerschneiden oder Zerzupfen von Eierstöcken zeigen sich immer leicht Eier, doch ist dies nicht gerade eine empfehlenswerthe Methode. — Die Muskulaturen der Eileiter, des Uterus, der Scheide etc. erforsche man durch sorgfältige Präparation, dann auch an feinen Schnitten von erhärteten Theilen. *Kasper* empfiehlt besonders den Uterus 5 Minuten in Wasser zu kochen und dann 24 Stunden in möglichst concentrirtes kohlensaures Kali zu legen, oder ihn mit Holzessig zu behandeln und die Schnittchen mit verdünnter Essigsäure zu befeuchten, während *Schwartz* nach *Reichert* den in Alcohol erhärteten Uterus trocknet und die Muskelfasern durch kurze Einwirkung von Salpetersäure von 20% deutlich macht. Auch die Methode, die *Wittich* anwandte (pg. 486) ist nach *Gerlach* zu gebrauchen. Die contractilen Faserzellen sieht man nirgends schöner als im schwangern Uterus, die Uterindrüsen am prächtigsten bei Menstruirenden und im ersten Monate nach der Conception. Das Flimmerepithelium wird nur in ganz frischen Objecten gesehen, am besten noch in der *Tuba*, die Zellen ohne Härchen dagegen leicht. Die Präparation der äussern Theile macht keine Schwierigkeit und gelten für die Drüsen, Nerven, Papillen, das Epithel die schon früher angeführten Regeln.

Literatur. *C. E. v. Baer, De ovi mammalium et hominis genesi epist. Lips.* 1827 und *Commentarius,* deutsch in Heusinger's Zeitschrift II.; *Coste, Recherches sur la génération des mammifères, Paris* 1834; *Embryogénie comparée, Paris* 1837; *Études ovologiques,* in *Annal. franc. et étrang. d'anat. et de phys. II.* 224, 1838; *Histoire générale et part. du developpement, Paris* 1847; *A. Bernhardt, Symbolae ad ovi mam. hist. ante praegnat., Vrat.* 1834 *Diss.; R. Wagner,* Ueber das Keimbläschen, in Müller's Archiv 1835, St. 373; *Prodromus hist. generationis, Lips.* 1836; Beiträge zur Zeugung und Entwicklung in Denkschrift der bayr. Akad. Bd. II. 1837, pg. 511; *M. Barry, Researches in Embryology, Series I. II. III.* in *Philos. Transact.* 1838–1840; *Bischoff,* Beweis der von d. Begattung unabhängigen Reifung u. Loslösung d. Eier d. Säugethiere und des Menschen. Giessen 1824 u. *Annal. d. sc. nat.* 3. *Ser.* II, 1844, 304; *Pouchet, Théorie positive de l'ovulation spontanée, Paris* 1847; *Zwicky, De corpor. luteorum origine, Turici* 1844; *Kobelt,* Der Nebeneierstock des Weibes, Heidelberg 1847; *W. Steinlin,* Ueber die Entwicklung der Graaf'schen Follikel und Eier der Säugethiere, in Mittheil. der Zürcher naturf. Gesellschaft. 1847, pg. 156; *Fr. Tiedemann, Tabulae nervorum uteri, Heidelb.* 1822; *G. Kasper, De structura fibrosa uteri non gravidi, Vratisl.* 1840; *E. H. Weber,* Zusätze zur Lehre vom Bau der Geschlechtsorgane, Leipzig 1846; *A. Kölliker,* Ueber die glatten Muskeln der weiblichen Genitalien, in Zeitschr. für wissensch. Zool. I.; *Fr. Kilian,* Die Structur des Uterus bei Thieren I. II. Artikel in Zeitschr. f. ration. Med. Bd. VIII. IX. 1849 u. 1850; Die Nerven des Uterus, *ibid.* 1850, Bd, X. St. 41; *R. Lee, Memoirs on the Ganglia and nerves of the uterus, London* 1849; *Th. Snow-Beck, On the nerves of the uterus,* in *Philos. Transact. II.* 1846; *Rainey, On the structure and use of the lig. rotundum uteri,* in *Phil. Transact. II.* 1850; *V. Schwartz, Observ. microsc. de decursu muscul. uteri et vaginae hominis, Dorpat.* 1850 *Diss.; Robin, Mém. pour servir à l'hist. anat. et pathol. de la membrane muqueuse uterine,* in *Arch. génér. de méd.* 1848, *Tom. XVII. pg.* 258 u. 405, *Tom. XVIII. pg.* 257; *Kobelt,* Die männlichen und weiblichen Wollustorgane, Freib. 1844; *Tiedemann,* Von den Duverney'schen Drüsen des Weibes, Heidelberg 1840; *C. Mandt,* Zur Anatomie der weiblichen Scheide, in Zeitschr. für rat. Med. VII. pg. 1; *Huguier, Sur les appareils secret. des Organes génit. ext. de la femme,* in *Annal. d. sc. nat.* 1850, *pg.* 239.

C. Von den Milchdrüsen.

§. 210.

Die Milchdrüsen, *Glandulae lactiferae,* sind zwei zusammengesetzt traubige Drüsen, welche beim Manne nur rudimentär, beim Weibe dagegen vollkommen entwickelt sind und nach der Geburt die Milch secerniren.

Bezüglich auf den Bau, so stimmen die Milchdrüsen im Wesentlichen vollkommen mit den grösseren traubenförmigen Drüsen, z. B. der *Parotis* und dem *Pancreas* überein. Iede Drüse besteht aus 15—24 und mehr unregelmässigen platten, im Umkreise rundlich eckigen, ½ bis 1″ grossen Lappen, welche, wenn auch in ihren Höhlungen ganz von einander getrennt, doch äusserlich nicht immer scharf sich sondern lassen, und jeder aus einer gewissen Zahl kleinerer und kleinster Läppchen und diese endlich aus den Drüsenbläschen zusamengesetzt sind. Diese sind rundlich oder birnförmig, 0,05—0,07‴ gross, von den feinsten Ausführungsgängen deutlicher abgeschnürt als z. B. bei den kleinen Schleimdrüsen und wie überall aus einer structurlosen Haut und einem Pflasterepithel gebildet, das zur Zeit der Lactation besondere Metamorphosen erleidet. Alle Drüsenelemente werden von einem, namentlich zwischen den Drüsenbläschen und kleineren Läppchen sehr reichlichen derben weissen Bindegewebe umgeben und zu einer compacten grossen Drüsenmasse vereint, welche dann schliesslich noch von reichlichem Fettgewebe und zum Theil von der Haut bedeckt wird. — Die Milchdrüsen sind eigentlich keine einfachen Drüsen, sondern ähnlich den Thränendrüsen Aggregate von solchen. Aus jedem Drüsenlappen entspringt nämlich durch den Zusammenfluss der Ausführungsgänge der kleineren und grösseren Lappen schliesslich ein kürzerer oder längerer, 1—2‴ weiter Gang, der Milchgang oder Milchcanal, *Ductus lactiferus s. galactophorus,* welcher gegen die Brustwarze verlaufend, unter dem Warzenhofe

Fig. 272.

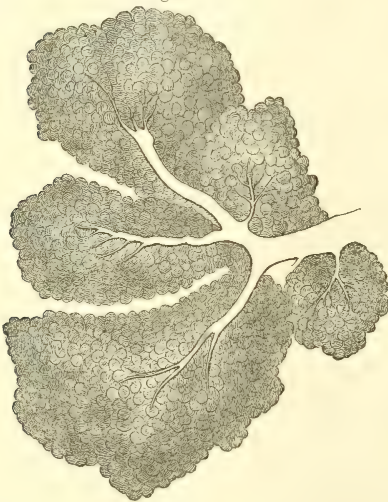


Fig. 272. Einige kleinste Läppchen der Milchdrüse einer *Puerpera* mit ihren Gängen, 70 mal vergr. Nach *Langer.*

zu einem 2—4''' weiten länglichen Säckchen, dem Milchsäckchen, Milchbehälter, *Sacculus s. sinus lactiferus*, anschwillt, dann bis zu 1 oder $\frac{1}{2}$''' verschmälert in die Warze umbiegt und endlich für sich mit einer nur $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{5}$''' weiten Oeffnung auf der Spitze derselben zwischen den hier befindlichen Höckern ausmündet. — Alle diese Ausführungsgänge besitzen ausser einem Epithelium, das in den stärksten Gängen cylindrische Zellen von 0,006—0,01''' Länge, in den feineren Ramificationen dagegen rundlich polygonale kleinere Zellen zeigt, und einer homogenen Lage unter demselben eine weisse derbe, an den grösseren Canälen längsgefaltete Faserhaut, in der ich bisher keine unzweifelhaften Muskelfasern, sondern nichts als ein kernhaltiges longitudinales Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern auffinden konnte. Doch glaubt *Henle* neulich in den Milchgängen, nicht denen der Warze, sondern tiefer in der Drüse drin Längsmuskeln wahrgenommen zu haben (*Jahresb.* 1850, pg. 41).

Die Brustwarze und der Warzenhof besitzen zahlreiche glatte Muskeln, denen sie ihre Contractilität verdanken (cf. §. 34), eine zarte Oberhaut, deren Hornschicht beim Weibe nur 0,006''' beträgt, während die *Malpighi*'sche Lage 0,04''' dick und in der Tiefe gefärbt ist, und zusammengesetzte Papillen von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{33}$'''. An der Brust selbst sind die Papillen klein ($\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{80}$''') und einfach und die Epidermis noch feiner, von 0,032—0,04''', jedoch mit mächtiger Hornschicht von 0,02—0,024'''. Im Warzenhofe, besonders am Rande desselben, nicht an der Warze selbst, finden sich grössere Schweissdrüsen oft mit eigenthümlichem Inhalt und grössere Talgdrüsen mit feinen Härchen welche Drüsen oft von aussen sichtbare Höckerchen bilden (cf. §§. 68u. 73). — Beim Manne sah ich Talgdrüsen ohne Haare auch an der Warze.

Die Blutgefässe der Milchdrüse sind zahlreich und umgeben die Drüsenbläschen mit einem ziemlich engen Netz von Capillaren. Die Venen erzeugen im Warzenhof einen nicht immer ganz geschlossenen Kreis (*Circulus venosus Halleri*). Ebenso reich sind die Saugadern in der Haut, welche die Drüse deckt, in der Drüse selbst dagegen hat man dieselben noch nicht nachgewiesen. Die Nerven der Haut, welche die *Mamma* deckt, stammen von den *NN. Supraclaviculares* und den Hautästen des 2—4. *N. intercostalis.* Ins Innere der Drüse lassen sich keine weiteren Nerven verfolgen, als einige mit den Gefässen verlaufende feine Zweigchen, deren Ende unbekannt ist.

Zur Zeit der Lactation vergrössert sich die Milchdrüse sehr bedeutend. Ihr Gewebe ist nicht mehr gleichförmig, weisslich und fest, sondern weicher, körnig und gelappt, mit einem von dem weisslichen, gelockerten, interstitiellen Gewebe deutlich abgegrenzten gelbröthlichen drüsigen Parenchym. Die Drüsenbläschen und Milchgänge sind weiter, mit Milch gefüllt, die Gefässe ungemein vermehrt. Bei den äussern Theilen ist besonders die Vergrösserung des Warzenhofes und der Warze bemerkenswerth, deren Ursachen auf einem Wachsthum dieser Theile mit allen ihren Elementen, auch den Muskelfasern und kleinen Drüsen, zu beruhen

scheinen und nicht in einer einfachen Ausbreitung der Färbung über eine grössere Fläche. — Beim Manne ist die Milchdrüse ganz rudimentär, ⅓— 2″ breit und 1 — 3‴ dick, nicht gelappt, und fest. Die Milchgänge entbehren der Milchsäckchen und sind nie so weit entwickelt wie beim Weibe, indem dieselben entweder in der Form denen entsprechen, die man bei Neugebornen findet oder bei grösseren Drüsen mehrfach verästelt und mit einer gewissen Zahl von Endblasen besetzt sind, die ihrer bedeutenden Grösse wegen (sie übertreffen die Drüsenbläschen des Weibes um das 3fache) nicht für wirkliche Drüsenbläschen zu halten sind. In seltenen, aber constatirten Fällen kann auch hier die Drüse eine solche Entwicklung nehmen, dass sie zur Milchsecretion tauglich wird.

§. 211.

Physiologische Bemerkungen. Die Milchdrüse folgt in ihrer Entwicklung den andern Drüsen der Haut, und ist, wie ich (*Mittheil. d. Zürcher nat. Ges.* 1850, No. 41) mit *Langer* (l. c.) finde, anfänglich (im 4.—5. Monat) nichts als ein solider warzenförmiger Fortsatz der Schleimschicht der Oberhaut, der von einer Lage dichteren Cutisgewebes umhüllt wird (Fig. 273, 1). Indem derselbe im 6. — 7. Monate eine gewisse Zahl von Sprossen treibt, entstehen die ersten Anlagen der späteren Lappen (Fig. 273, 2). Dieselben sind zuerst nichts als kleine, von der gemeinsamen Drüsenanlage ausgehende birn- oder flaschenförmige Fortsätze, welche erst gegen das Ende der Fötalperiode von einander sich isoliren und nach aussen sich öffnen, während sie zugleich an ihrem noch soliden Ende rundliche oder längliche, ebenfalls solide Knospen zu treiben beginnen. Zur Zeit der Geburt misst die Drüse von 1½—4‴ und lässt schon deutlich eine gewisse Zahl, 12—15 Abschnitte erkennen, von denen die innern der noch rudimentären Warze nähern, zum Theil einfach flaschenförmig oder mit nur 2—3 Ausbuchtungen enden, während die andern mit einer grösseren Zahl von solchen in Verbindung stehen. Ein jedes dieser rudimentären Läppchen ist in dem einfachen oder 2 — 3 mal verästelten Ausführungsgange aus einer Faserhaut von unreifem kernhaltigem Bindegewebe und einem kleincylindrischen Epithel zusammengesetzt und deutlich hohl,

Fig. 273.

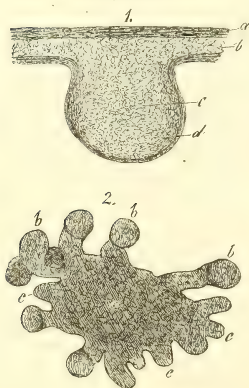


Fig. 273. Zur Entwicklung der Milchdrüse. 1. Milchdrüsenanlage eines 5monatl. männl. Embryo. *a*. Hornschicht, *b*. Schleimschicht der Oberhaut, *c*. Fortsatz der letztern oder Anlage der Drüse. *d*. Faserhülle um denselben. 2. Milchdrüse eines 7monatlichen weiblichen Fötus von oben, *a*. Centralmasse der Drüse mit grösseren *(b)* und kleineren *(c)* soliden Auswüchsen, den Anlagen der grossen Drüsenlappen.

während die kolbigen Enden, die man hier, so wenig wie bei andern sich bildenden Drüsen schon Endbläschen nennen kann, noch kein Lumen besitzen, vielmehr neben der von den Gängen auf sie übergehenden Faserhülle durch und durch aus kleinen kernhaltigen Zellen bestehen. Aus dieser noch sehr einfachen Form entwickelt sich die spätere dadurch, dass durch lange fortgesetzte Sprossenbildung von den ursprünglichen und den jeweiligen kolbigen Enden aus und durch hiermit gleichen Schritt haltende Aushöhlung derselben schliesslich ein vielfach verästelter, an seinen Ausläufern von ganzen Gruppen von hohlen Drüsenbläschen besetzter Gang entsteht; doch gehen diese Vorgänge bei der Milchdrüse langsamer als bei irgend einem andern Secretionsorgane vor sich. Nach *Langer*, dem wir hierüber sorgfältige Untersuchungen verdanken, finden sich im kindlichen Alter vor dem Eintritte der Menstruation noch nirgends wirkliche Endbläschen, sondern überall nur unausgebildete Gänge mit kolbenförmigen Enden. Mit dem Eintritte der Pubertät entstehen dann wirkliche Drüsenbläschen, jedoch anfänglich nur am Rande der Drüse, bis endlich mit der ersten Schwangerschaft die ganze Drüse vollkommen sich entwickelt. Nach der ersten Lactation verkleinert sich zwar die Drüse wieder, bleibt aber in allen ihren Theilen bestehen, um dann bei darauf folgenden Conceptionen einfach sich zu vergrössern, ohne neue Theile anzusetzen. Zur Zeit der Involution — vielleicht auch wenn nach einer Gravidität zu lange Zeit vergeht, ohne dass die Drüse in Anspruch genommen wird — bildet sich dieselbe zurück, bis endlich im Alter alle Drüsenbläschen geschwunden sind und nur noch die mehr oder weniger weit erhaltenen, in ihrem Epithel fettig entarteten Milchgänge in dem an die Stelle des Drüsengewebes getretenen Fettpolster zu finden sind.

Die Milch, das Secret der Milchdrüsen, besteht aus einer Flüssigkeit, das Milchplasma, und unzähligen in derselben suspendirten runden dunkeln, wie Fetttropfen glänzenden Körperchen von unmessbarer Feinheit bis zu 0,001 und 0,002''' Grösse und darüber, den Milchkügelchen, welche höchst wahrscheinlich nicht aus den Fetten der Milch allein bestehen, sondern auch eine zarte Hülle von Casein besitzen und der Milch ihre weisse Farbe verleihen. Bezüglich auf die Bildung der Milch ist zu bemerken, dass ausserhalb der Zeit der Lactation und Schwangerschaft die Drüsen nichts als eine geringe Menge eines gelblichen zähen Schleimes mit einer gewissen Zahl von Epithelzellen enthalten und bis in ihr Ende von einem hier pflasterförmigen, nach aussen mehr cylindrischen Epithel ausgekleidet sind. Mit der Conception ändert sich dies. Die Zellen der Drüsenbläschen beginnen zuerst wenig, dann immer mehr Fett in sich zu ent-

Fig. 274.

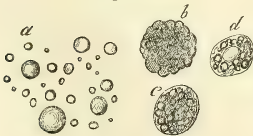


Fig. 274. Formelemente der Milch 350 mal vergr. *a.* Milchkügelchen, *b.* Colostrumkörper, *cd.* Zellen mit Fettkügelchen aus dem Colostrum, die eine *d* mit einem Kern.

wickeln und sich zu vergrössern, so dass sie die Endbläschen ganz erfüllen. Hierzu kommt noch vor dem Ende der Schwangerschaft eine Neubildung von fetthaltigen Zellen in denselben, durch welche die älteren Zellen in die Milchgänge getrieben werden und diese nach und nach erfüllen. So geschieht es, dass obschon eine eigentliche Secretion noch nicht eintritt, doch in der Regel in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft einige Tröpfchen Flüssigkeit aus der Drüse ausgedrückt werden können, welche, wie ihre gelbliche Farbe zeigt, zwar keine Milch ist, aber doch eine gewisse Zahl Fettkügelchen aus den mehr oder weniger zerfallenen fetthaltigen Zellen, den spätern Milchkügelchen ganz gleich, und auch solche Zellen mit oder ohne Hülle, sogenannte Colostrumkörper enthält. Beginnt nach der Geburt die Lactation, so erlangt die Zellenbildung in den Drüsenbläschen eine ungemeine Energie, wodurch die in den Milchcanälen und Drüsenbläschen angesammelten Säfte in den ersten 3 bis 4 Tagen als Colostrum oder unreife Milch entleert werden und die wirkliche Milch an die Stelle tritt.

Diese besteht in den Enden der Drüse aus nichts anderem als etwas Flüssigkeit und mit Fettkügelchen ganz gefüllten Zellen, welche bald die Drüsenbläschen ganz erfüllen, bald neben blasseren doch ebenfalls mehr weniger fetthaltigen Epithelzellen dieselben einnehmen, und entweder einer freien Zellenbildung ihren Ursprung verdanken oder von den Epithelzellen aus — analog der Bildung des Hauttalges (cf. §. 73) — durch fortwährende Vermehrung derselben entstehen. Diese Zellen, die ich Milchzellen nennen will, zerfallen schon in den Milchgängen in ihre Elemente die Milchkügelchen, indem ihre Hüllen und meist auch die Kerne spurlos schwinden, so dass die ausgeschiedene Milch in der Regel keine Spur ihrer Entstehungsweise zeigt. Höchstens finden sich in ihr sehr vereinzelte grössere oder kleinere Klümpchen von Milchkügelchen, die man weil sie den im Colostrum vorkommenden ähnlich sind, ebenfalls Colostrumkörperchen nennen kann. — Die Milchsecretion beruht mithin wesentlich auf einer Bildung von Flüssigkeit und fetthaltigen Zellen in den Drüsenbläschen und reiht sich somit denjenigen Ausscheidungen an, bei denen geformte Elemente eine Rolle spielen, vor allem den fetthaltigen Secreten wie dem Hauttalg, in dem ganz ähnliche Zellen sich finden wie in den Drüsenbläschen der Milchdrüse und im Colostrum.

Bei Neugebornen enthält die Milchdrüse sehr häufig eine geringe Menge einer in ihrem Aeussern und mikroskopischen Character wie Milch sich verhaltenden Flüssigkeit, deren Entstehung wahrscheinlich mit der Bildung der Drüsencanäle zusammenhängt.

Von den Colostrumkörpern und Fettkügelchen des Colostrum hat *Reinhardt* zuerst nachgewiesen, dass *Nasse's* und *Henle's* Vermuthung, dass dieselben mit einer Bildung von fetthaltigen Zellen in der Milchdrüse im Zusammenhang stehen und erstere in ihrer gewöhnlichern Form nichts als hüllenlose Zellen, die letztern aus Zellen frei gewordene Fetttropfen sind, vollkommen begründet ist, doch ist er geneigt die Colostrumbildung und die Milchsecretion zu trennen und die erstere als

einen eher pathologischen Vorgang, als eine Fettmetamorphose, durch welche die alten Epithelzellen der Drüse vor der eigentlichen Milchbildung nach aussen entleert werden, zu betrachten, namentlich darum weil er bei der eigentlichen Milchbildung keine fetthaltigen Zellen zu beobachten vermochte. Seit jedoch namentlich *v. Bueren* solche gefunden hat und demnach die Milch und Colostrumbildung einander morphologisch ganz entsprechend erscheinen, lässt sich eine solche Trennung nicht mehr vertheidigen und kann die Colostrumbildung bei Mehrgebärenden kaum anders denn als die Einleitung zur Milchbereitung angesehen werden. Dagegen bin ich allerdings der Ansicht, dass die Entstehung des ersten Colostrum mit der während der ersten Schwangerschaft zusammenfallenden ungemeinen Entwicklung der Milchdrüse zusammenhängt und zum Theil von den während der Bildung der letztern Drüsenenden vergehenden innern Zellen ihrer anfänglich soliden Anlagen herrührt. In ähnlicher Weise deute ich auch die Milchbildung bei Neugebornen, wo sicherlich nicht an eine wirkliche Secretion zu denken ist.

Donné, der Entdecker der Colostrumkörper, gibt an, dass bei Entzündungen und Anschwellungen der Brüste von Säugenden die Milch die Natur von Colostrum annehme, was jedoch *d'Outrepont* und *Münz* läugnen (*Neue Zeitschr. für Geburtskunde*, Bd. 10); ebenso soll nach *Lehmann* (*Phys. Chemie*, II. 327) bei acuten Leiden überhaupt und dann auch bei der Menstruation (*Donné*, *d'Outrepont*) die Milch Colostrumkörperchen zeigen, welche *Donné*, wenn sie in grösserer Menge da sind, immer als einen Beweis schlechter Milch ansieht. — Bei der Klauenseuche fanden *Herberger* und *Donné* die Milch mehr colostrumartig. In saurer Milch findet man Casein in Körnchen geronnen und die Milchkügelchen nach und nach zu grösseren Tropfen zusammenfliessend. Blaue und gelbe Milch enthält nach *Fuchs* (siehe *Scherer* Art. *Milch* in *Handw. d. Phys.* II. pg. 470) ungefärbte Infusorien, die er *Vibrio cyanogenus* und *xanthogenus* nennt, die auf gesunde Milch übergetragen dieselbe ebenfalls färben, was *Lehmann* für blaue Milch bestätigt, doch findet sich nach *Bailleul* (*Compt. rend.* 17. pg. 1138) und *Lehmann* in solcher auch ein Fadenpilz. — Auch rothe Milch hat *C. Nägeli* beobachtet und pflanzliche protococcusartige Bildungen in derselben gefunden.

Zur Untersuchung wählt man vor allem die Brustdrüse von Schwangern, Säugenden oder von Frauen die schon geboren haben, weil nur in diesen die Drüsenbläschen schön entwickelt sind. Durch Zerzupfen der kleinsten Läppchen kommen die Elemente derselben leicht zur Anschauung, will man dagegen ihre Anordnung sehen, so sind feine Segmente in Essig gekochter und getrockneter Drüsen vor allem zu empfehlen, dann auch injicirte Präpate, welche von den Milchsäckchen aus nicht schwer zu erhalten sind. — Zum Studium der Entwicklung der Drüse sind neben frischen auch Essigsäurepräparate durchaus nothwendig. Die glatten Muskeln des Warzenhofes findet man schon durch blosse Präparation, obschon nicht immer leicht, da sie ausser zur Zeit der Gravidität oft sehr zart sind.

Literatur. *Rudolphi*, Bemerk. über den Bau der Brüste in den Abh. der Berliner Akademie im Jahre 1831. S. 337; *A. Cooper*, *The anatomy of the breast. Lond.* 1839. 4; *C. Langer*, Ueber den Bau und die Entwicklung der Milchdrüsen, mit 3 Taf aus der Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. III. Wien 1851; *A. Donné*, *Du lait et en particulier du lait des nourrices. Paris* 1837; Ueber die mikroskopischen Körperchen im Colostrum, in Müll. Arch. 1839. pg. 182; *Cours de Microscopie. Paris* 1844; *Fr. Simon*, Die Frauenmilch, nach ihrem chemischen und physiol. Verhalten dargestellt. Berlin 1838; Ueber die *Corps granuleux* von *Donné*, in Müll. Arch. 1839. St. 10 und 187; *J. Henle*, Ueber die mikr. Bestandtheile der Milch, in Fror. Notizen 1839. Nr. 223; *H. Nasse*, Ueber die mikr. Best. d. Milch, in Müll. Arch. 1840. St. 259; *Reinhardt* in Archiv f. path. Anat. Bd. I. pg. 52—64; *Lammerts van Bueren*, *Onderzoekingen over de Melkbolletjes*, in *Nederl. Lancet. 2. Ser. 4. Jaarg.* pg. 722 oder *Observ. microscop. de lacte Traject. ad Rhenum.* 1849. *Diss.*; *De Ontwikkeling van de*

Vormbestanddeelen der Melk, in *Ned. Lanc. 2. Ser. 5. Jaarg.* pg. 1; *Fr. Will,* Ueber die Milchabsonderung. Erlangen 1850. Programm. — Ausserdem vergleiche man die allgemeine Anatomie von *Henle, J. Müller's* Drüsenwerk und die Atlanten von *Berres, Donné* und *Mandl.*

Vom Gefässsysteme.

§. 212.

Das Gefässsystem besteht aus dem Herzen, den Blut- und den Lymphgefässen und enthält in seinen Höhlen das Blut und die Lymphe *(Chylus)* mit unzähligen geformten Theilchen. Als besondere Organe erscheinen am Lymphgefässsystem die Lymphdrüsen.

1. Vom Herzen.

§. 213.

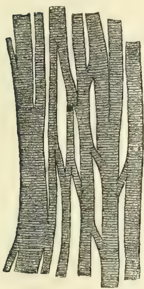
Das Herz ist ein in vier Abschnitte getheilter starker muskulöser Schlauch, der aussen von einer *Serosa,* dem *Pericardium,* umschlossen wird und als innere Auskleidung das *Endocardium,* eine Fortsetzung der Wandungen der grossen Gefässe, insonderheit der *Intima* besitzt.

Das *Pericardium* weicht in seinem Bau von andern serösen Häuten, dem *Peritonaeum* namentlich, nicht ab. Die äussere Lamelle ist bedeutend dicker und nach aussen mehr fibrös, nach innen bis unter das 1- oder 2schichtige Pflasterepithel mit vielen feinen elastischen Netzen versehen. Sehr zahlreich finden sich diese auch in der innern dünnen Schicht, die zum Theil mit der Muskulatur sehr innig zusammenhängt, zum Theil namentlich in den Furchen durch gewöhnliches Fettgewebe von derselben geschieden ist, welches Fettpolster übrigens nicht selten als eine fast das ganze Herz überziehende subseröse Lage erscheint. Die Gefässe verhalten sich wie anderwärts und was die Nerven anlangt, so sind in der äussern Lamelle des Herzbeutels Aestchen vom *Phrenicus* und *Recurrens vagi dextri* nachgewiesen *(Luschka).*

Die Muskelfasern des Herzens sind roth und quergestreift, weichen jedoch in manchen Beziehungen von denen der willkürlichen Muskeln ab. Die einzelnen Fasern selbst sind durchschnittlich um $1/3$ dünner (von 0,004 — 0,01''') häufig deutlicher der Länge als der Quere nach gestreift und ziemlich leicht in Fibrillen und kleine Stückchen *(Sarcous elements Bowman)* zerfallend; ihr *Sarcolemma* ist sehr zart oder selbst gar nicht nachzuweisen und in den Fasern finden sich fast regelmässig kleine

Fettkörnchen, die häufig mit den Kernen reihenweise in der Axe derselben angelagert sind und bei entarteter Muskulatur meist ungemein vermehrt und auch gefärbt erscheinen. Mehr noch als hierdurch zeichnet sich aber die Herzmuskulatur aus durch die innige Vereinigung ihrer Elemente, welche nicht nur — abgesehen von der innern Herzoberfläche — nirgends deutlich unterschiedene Bündel bilden, vielmehr nur durch spärliches Bindegewebe gesondert überall dicht aneinander sich lagern, sondern auch, wie schon *Leeuwenhoek* entdeckte und ich wieder fand (cf. pg. 76), in ihren Elementen direct mit einander sich vereinen. Diese Anastomosen der Muskelfasern, die ein allgemeines Attribut der Herzmuskulatur sind, kommen beim Menschen- und Säugethierherzen vorzüglich durch kurze, schiefe oder quere, meist schmale Bündel zu Stande und sind ungemein zahlreich, so dass man an vielen Stellen der Kammern und Vorkammern (ob überall weiss ich nicht) dieselben in jedem kleinsten Stückchen in Menge trifft. Ausserdem finden sich auch noch wirkliche Theilungen der Fasern, durch welche die Stärke einzelner Muskelpartien bedeutender werden kann, als sie beim Ursprunge war.

Fig. 275.



Der Verlauf der Muskelfasern im Herzen ist ein äusserst complicirter und kann hier nur in allgemeinen Umrissen geschildert werden. Die Muskulaturen der Kammern und Vorkammern sind vollkommen getrennt, haben jedoch beide als vorzüglichste Ursprungstellen die *Ostia venosa* der Kammern, an denen derbe sehnige Streifen, die sogenannten *Annuli fibrocartilaginei* sitzen, zwei vordere rechts und links von der Aortamündung und ein hinterer, der ebenfalls von der Aorta aus an der Grenze der Scheidewand der Vorhöfe und Kammern rückwärts läuft und dann in zwei dünne Schenkel sich spaltet. An den Vorhöfen finden sich 1) Fasern, die beiden gemeinschaftlich sind in Form von queren platten Bündeln, die namentlich vorn, dann aber auch oben und hinten von einem Atrium auf das andere übergehen und an diesen als Querfasern sich fortsetzen, 2) besondere Fasern. Dieselben bilden einmal an den Mündungen der grossen Venen und an den Spitzen der Herzohren wirkliche Ringe, zweitens unter dem *Endocardium* eine ziemlich mächtige longitudinale Schicht, die von den *Ostia atrioventricularia* entspringt und im rechten Vorhof eigenthümlich ausgeprägt ist *(Musculi pectinati)*. Ausserdem finden sich zwischen den letzten Muskeln und auch in den *Auriculae* noch viele kleine, ihres unregelmässigen Verhaltens wegen nicht näher zu beschreibende Bündel. Die Scheidewand ist zum Theil beiden Vorhöfen gemeinschaftlich. Ihre Muskeln entspringen vom vordersten Theile des oberen Randes der Kammerscheidewand unmittelbar hinter der Aorta vom *Fibrocartilago posterior*, gehen rechts bogenförmig um

Fig. 275. Anastomosirende Primitivbündel aus dem Herzen des Menschen.

die *Fossa ovalis*, in der nur dünne Fasern sich finden, nach oben und hinten herum, um theils an der *Cava inferior* zu enden, theils einen vollständigen Ring zu bilden, während sie auf der linken Seite in der entgegengesetzten Richtung die eiförmige Grube umkreisen.

Die Muskulatur der Kammern ist so angeordnet, dass sie überall an der äussern und innern Fläche in sich kreuzender Richtung geht und dazwischen mehr oder weniger deutlich alle Uebergänge der einen in die andere Richtung zeigt. Die Muskelfasern entspringen an den *Ostia venosa*, und an der Aorten- und Pulmonalismündung theils direct, theils kurzsehnig, verlaufen mehr oder weniger schief, zum Theil longitudinal oder wirklich quer, biegen sich, nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung einen Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder um und enden dann theils in den *Musculi papillares* und *Chordae tendineae*, theils setzen sie sich wieder an die erwähnten Ausgangspunkte an, so dass dieselben mithin, ohne von Sehnen unterbrochen zu sein, grosse in sehr vielen verschiedenen Richtungen verlaufende, fast überall mehr oder weniger um sich gedrehte Schleifen oder Achtertouren beschreiben.

Das *Endocardium* ist eine weissliche Haut, die alle Unebenheiten und Vertiefungen der innern Herzoberfläche, auch die Papillarmuskeln und ihre Sehnen und die Klappen überzieht und im linken Vorhof am entwickeltsten (bis $^1/_4'''$), am dünnsten in den Kammern ist, so dass hier das Muskelfleisch in seiner natürlichen Farbe erscheint. Bezüglich auf den Bau besteht dasselbe aus drei Lagen, einem Epithel, einer elastischen Lage, auf welcher die verschiedene Dicke des Endocards an verschiedenen Orten beruht und einer dünnen Bindegewebsschicht. Das erste ist eine einfache, nach *Luschka* auch wohl doppelte Lage von polygonalen, meist etwas in die Länge gezogenen, hellen, platten, kernhaltigen Zellen von 0,007 bis 0,012''' Länge, die unmittelbar auf der oberflächlichsten Schicht der elastischen Haut aufsitzt, welche so zu sagen aus nichts als aus sehr feinen, longitudinalen, elastischen Fasern besteht. Das übrige dieser mittleren Lage wird von einer gewöhnlichen bindegewebigen Grundlage mit eingestreuten Kernen gebildet, durch welche die reichlichsten feineren und gröberen elastischen Netze sich hindurchziehen und zwar in den Vorhöfen in solcher Menge und selbst mit wahren gefensterten Häuten (siehe §. 23) gemengt, dass ihr Endocard fast ganz zu einer elastischen gelben und mehrschichtigen Haut wird. Zu äusserst endlich folgt eine zwar dünne, aber doch in den Kammern wie in den Vorhöfen leicht als Ganzes abzuziehende Bindegewebsschicht, die in den an die elastische Lage grenzenden Theilen noch feine elastische Elemente enthält, und als eine die Muskeln und das eigentliche Endocard vereinende mehr lockere Lage, ähnlich einem subserösen Bindegewebe z. B. sich darstellt.

Die Atrioventricular-Klappen sind von den Faserringen der *Ostia venosa* ausgehende Blätter, an denen man, wo sie dicker sind, eine mittlere Lage von Bindegewebe mit vielen elastischen Netzen und zwei mit derselben verbundene Lamellen des *Endocardium* deutlich unterscheidet.

Gegen den freien Rand verschmelzen diese drei Lagen in eine einzige aus Bindegewebe und elastischen feinen Netzen gebildete, über die dann noch das Epithel herübergeht. — Die Semilunarklappen verhalten sich wie der freie Rand der andern und was die *Chordae tendineae* betrifft, so bestehen dieselben aus gewöhnlichem Sehnengewebe, über die eine ganz dünne Lage vom *Endocardium* — nur Epithel und eine feine elastische Lamelle — herübergeht.

Die Blutgefässe des Herzfleisches sind sehr zahlreich, weichen jedoch in nichts von denen quergestreifter Muskeln ab (§. 77), ausser dass die Capillaren wegen der Dünne der Muskelfasern oft mehrere derselben zusammen umspinnen. Das *Endocardium* ist in seiner Bindegewebslage ziemlich reich an Gefässen, dagegen erstrecken sich dieselben nur spärlich in das eigentliche Endocard hinein. In den Atrioventricularklappen sieht man leicht bei Thieren, aber auch beim Menschen (cf. *Luschka* l. c. pg. 182 u. Fig. 5) einige Gefässchen, die zum Theil von den Papillarmuskeln, vorzüglich aber von der Basis her an sie gelangen und zum Theil selbst in dem eigentlichen Endocardiumüberzug derselben, jedoch spärlich sich vorbereiten. Die Seminularklappen sind gefässlos. — Lymphgefässe finden sich an der äusseren Platte des Herzbeutels nur wenige, dagegen sind dieselben unter der innern Lamelle des Pericard auf dem Muskelfleisch in reichlicher Menge vorhanden und lassen sich schon dadurch leicht nachweisen, dass man das Herz einige Tage in Wasser liegen lässt, wie *Cruikshank* richtig angibt. Ihre Stämme sammeln sich in den Furchen, verlaufen mit den Blutgefässen und enden in den Drüsen hinter und unter dem *Arcus aortae* an der Theilung der *Trachea*, wohin auch die der Lunge sich begeben. Ob die Herzsubstanz und auch das Endocard Lymphgefässe besitzen, wie einige annehmen, ist noch nicht entschieden. Die Nerven des Herzens sind zahlreich und stammen aus dem namentlich vom *Vagus* und *Sympathicus* gebildeten Herzgeflecht, *Plexus cardiacus*, unter und hinter dem Aortenbogen. Dieselben treten als schwächerer *Plexus coronarius dexter* und stärkerer *sinister* mit den Gefässen an die rechte und linke Kammer und Vorkammer, verlaufen theils mit den Gefässen, theils verschiedentlich dieselben kreuzend nach der Herzspitze und senken sich, nachdem sie viele, meist spitzwinklige Anastomosen unter einander eingegangen sind, an verschiedenen Orten, zum Theil schon in der Kranzfurche in das Muskelfleisch ein, um theils in demselben zu enden, theils bis in die Bindegewebsschicht des *Endocardium* zu gelangen. Die Herznerven des Menschen sind mehr grau und enthalten, die allerstärksten ausgenommen, nur feine und sehr blasse Nervenröhren, diese jedoch in grosser Zahl und mit nicht gerade sehr vielen kernhaltigen Fasern gemengt. Obschon die Nerven selbst im *Endocardium* noch dunkelrandig und ziemlich häufig sind, so ist es doch auch hier ebensowenig als in dem Muskelfleisch bisher möglich gewesen, ihre Endigungen zu entdecken. — Ganglien finden sich nicht blos im Herzgeflecht an verschiedenen Orten, sondern wie *Remak* beim Kalbe entdeckte, auch in

der Muskelsubstanz der Kammer und Vorkammer, was auch für den Menschen und andere Thiere gilt. Am genauesten kennt man diese Ganglien beim Frosch, wo sie besonders in der Scheidewand und an der Grenze der Kammern und Vorkammern sitzen und apolare und unipolare Zellen enthalten (*Ludwig*, *Bidder*, *R. Wagner*, ich). Die von *Lee* besonders hervorgehobenen kleinen spindelförmigen Anschwellungen an den äusseren Nervenästen sind keine Ganglien, nur Verdickungen des Neurilems.

Bezüglich auf den Verlauf der Muskelfasern der Kammern im Einzelnen ist folgendes hervorzuheben. An der äussern Oberfläche der Kammern findet sich eine ½—1‴ mächtige Schicht, die an der linken Kammer von der *Arteria pulmonalis*, der vordern Längsfurche und der linken Querfurche schief nach unten und hinten gegen die Herzspitze und die hintere Längsfurche verläuft und in der Mitte der Ventrikelwand sehr steil, fast senkrecht herabzieht. Am rechten Ventrikel verlaufen diese Fasern nur am *Conus arteriosus* schief, seitlich und hinten dagegen fast oder ganz quer. An den Längsfurchen gehen diese oberflächlichen Fasern von einem Ventrikel auf den andern über, so dass diejenigen des linken Ventrikels einem kleinen Theile nach von der vordern Seite des *Ostium venosum dextrum* abstammen, die des rechten grössten Theils vom hintern Theile des linken *Ostium*. Verfolgt man die Fasern der linken Kammer, so ergibt sich, dass dieselben (Fig. 276 *a, a′ a″*) abgesehen von denen, welche am *Sulcus longit. posterior* auf den rechten Ventrikel übergehen, bis zur Herzspitze verlaufen, hier den bekannten Wirbel bilden und dann schleifenförmig nach innen sich umbiegen um als innerste, meist longitudinale Fasern der Ventrikelhöhle entweder bis zu den venösen Mündungen heraufzugehen oder in dem hinteren Papillarmuskel zu enden. Entfernt man diese Faserzüge, so trifft man eingeschoben zwischen ihre innern und äussern Theile eine mächtige Schicht, deren Bündel beim ersten Ansehen die Ventrikelhöhle schief und quer umziehen, jedoch ohne Ausnahme von den *Ostia venosa* herzukommen und an denselben auch wieder zu enden scheinen und noch deutlicher als die äussere Muskellage eine Achtertour beschreiben, wie dies von *Ludwig* bestimmt nachgewiesen wurde. Ich finde, dass die Bündel dieser Lage (Fig. 276 *c. c′ c″ c‴*) nach ihrem Ursprunge von dem linken Rande der *Aorta* und der vorderen Hälfte des *Ostium venosum sinistrum* schief nach unten und links ziehen *(c)*, dann bevor sie die Herzspitze erreicht haben, sich nach der hintern Ventrikelwand umbiegen *(c′)*, von da an der Scheidewand (*c″*) und der vorderen Wand (*c‴*) wieder aufwärts verlaufen und endlich in der ganzen Ausdehnung der venösen Mündung auch am obern Rande des *Septum* sich inseriren (*c⁗*). Diese Fasern sind es, welche an der freien Wand

Fig. 276.

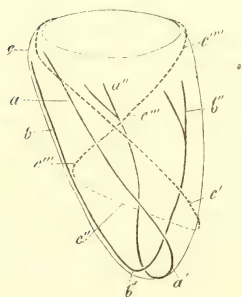


Fig. 276. Schematische Darstellung der linken Kammer mit dem *Septum*, um den Verlauf der Muskelfasern anzudeuten. *a a′ a″* Oberflächliche Fasern, *a* an der vordern Wand, *a′* Umbiegung derselben nach innen am Herzwirbel, *a″* Uebergang derselben in den hinteren Papillarmuskel. *b b′ b″* Scheidewandfasern der rechten Seite, *b* Verlauf derselben nach unten und vorn, *b′* ihr Uebergang in den Herzwirbel und innere Muskellage der linken Kammer, sowie Endigung im vorderen Papillarmuskel *b″*. *c—c⁗* Mittlere Muskellage, *c* Anfang von der rechten Seite des *Ostium venosum* und Verlauf an der vordern Wand schief nach unten links und hinten, *c′* Umbeugung an die Scheidewand und Verlauf an derselben *c″*, *c‴* Umbeugung an die vordere Wand und Verlauf in der Tiefe derselben bis zum Ende am *Ostium venosum c⁗*.

dieses Ventrikels in der Tiefe die mit den oberflächlichen sich kreuzenden Lagen bewirken und an der Scheidewand die auf der linken Seite schief von unten und hinten nach oben und vorn verlaufenden Fasern erzeugen.

Am rechten Ventrikel finden sich viel weniger selbständige Fasern als am linken. Von den oberflächlichen Bündeln gehen die meisten auf den linken Ventrikel über und zwar sowohl die vorderen, welche über die vordere Längsfurche herübersetzend in dem Herzwirbel sich verlieren, als auch manche von denen, welche an der hintern Längsfurche von der linken Kammer auf die rechte sich fortsetzen. Diese letzten Fasern umkreisen mithin die rechte Kammer vollkommen und gehen theils ebenfalls in den Wirbel ein, theils vereinen sie sich in der vorderen Longitudinalfurche mit den mittleren Muskellagen der linken Kammer. Selbständige oberflächliche Fasern finden sich nur 1) am *Conus arteriosus*, die vom *Ostium venosum dextrum* zwischen der *Auricula dextra* und der *Aorta* entspringen, um den *Conus* herumgehen und von links her wieder an ihre Ausgangsstelle zurückkehren, 2) an der Spitze der rechten Kammer, an der nicht selten ein besonderer zweiter Herzwirbel sich findet, in welchem Falle dann ein Theil der oberflächlichen vom linken *Ostium venosum* abstammenden Fasern hier ebenso nach innen sich biegt, wie am Wirbel der linken Kammer und in die oberflächlichen Fasern der rechten Ventrikelhöhle sich fortsetzt, wegen der bedeutenden Verflechtung dieser jedoch nicht weiter sich verfolgen lässt. — Abgesehen von diesen Fasern kommen am rechten Ventrikel noch tiefere Fasern vor, die folgendermassen sich verhalten: 1) Vom obern Rande des *Septum* und der linken hinteren Seite der Pulmonalisöffnung beginnen platte Bündel, welche an der Scheidewand nach unten und vorn gegen die Herzspitze und die vordere Längsfurche verlaufen, in dieser an die oberflächlichen Fasern sich anschliessen und mit ihnen in den Herzwirbel übergehen, von wo aus sie bis in den vorderen Papillarmuskel der linken Kammer sich verfolgen lassen (Fig. 276 *b, b′ b″*). 2) An diese Fasern schliessen sich andere an, welche von der rechten Seite der Pulmonalisöffnung und dem rechten Theile des *Ostium venosum dextrum* her unter der oberflächlichen Faserlage an der freien Ventrikelwand schief nach unten und hinten verlaufen bis zum *Sulcus longitudinalis posterior*, wo sie unter einem starken Bogen nach der Scheidewand umbiegen, an dieser mit den sub 1) bezeichneten Fasern, jedoch mehr an der untern Hälfte des *Septum* zur Herzspitze verlaufen und wie diese enden. 3) Mit diesen Fasern vereinen sich auch die Elemente des grossen Papillarmuskels der rechten Kammer zum Theil, während die der beiden kleineren in die sub 1) bezeichneten Scheidewandfasern sich fortsetzen. Uebrigens beziehen alle diese Muskeln auch direct Fasern, welche zum Theil vom *Ostium venosum* herabsteigen und in ihnen sich umbiegen, zum Theil aus dem Netz der *Trabeculae carneae* hervorgehen und nicht weiter herzuleiten sind.

Alles zusammengenommen ergibt sich, dass die Vorkammern in ihrer Muskulatur fast ganz getrennt sind, während bei den Kammern die gesammte oberflächliche, ziemlich mächtige Muskellage ringsherumgeht und so sich verhält, wie wenn das Herz nur eine Höhle hätte. Selbständigkeit hat hier eigentlich nur der linke Ventrikel, der nicht nur unter der oberflächlichen Lage eine sehr mächtige in ihm entspringende und endende Muskelmasse besitzt, zu der auch das meiste vom *Septum* gehört, sondern auch noch fast alle tiefern rechts entspringenden an der freien Kammerwand und im rechten Theile des *Septum* gelegenen Muskelschichten aufnimmt. Man könnte mithin das Herz auch beschreiben als einen doppelten Muskelschlauch, von dem der eine dünnere dem Ganzen gemeinschaftlich ist, der andere dickere nur dem linken Abschnitte angehört und zum Theil zwischen die Lagen des erstern eingeschoben ist. Zum letzteren würde gehören die ganze Scheidewand und die mittlere Muskelmasse der linken Kammer, zum erstern die oberflächlichen Lagen mit ihren Fortsetzungen in die innersten Muskelschichten und der ganze freie Theil der rechten Kammer überhaupt.

2. Von den Blutgefässen.

§. 214.

Die Blutgefässe zerfallen mit Bezug auf ihren Bau in Pulsadern oder Arterien, Haargefässe oder Capillaren und Blutadern oder Venen, doch sind diese drei Abtheilungen keineswegs durch scharfe Grenzen von einander getrennt, insofern als die Capillaren auf der einen Seite ebenso unmerklich in die Venen sich fortsetzen, als sie auf der andern aus den Arterien hervorgehen, wogegen allerdings die beiderlei grösseren Gefässe, wenn auch in der Anlage im Allgemeinen übereinstimmend gebaut, doch in manchen Punkten scharf und bestimmt sich unterscheiden.

Ueber die Gewebe, welche in die Zusammensetzung der Gefässe eingehen, und ihre Gruppirung ist im Allgemeinen folgendes zn bemerken. Während die ächten Haargefässe nur eine einzige vollkommen structurlose Haut besitzen, ist in den grösseren Gefässen mit wenigen Ausnahmen die Zahl der Hauptlagen auf drei vermehrt, welche am passendsten als Innenhaut, *Tunica intima,* mittlere oder Ringfaserhaut, *T. media* und als äussere Haut, *T. externa s. adventitia,* bezeichnet werden. In diesen Häuten finden sich von den Fasergeweben des Körpers vor allem das elastische und glatte Muskelgewebe, dann aber auch das Bindegewebe und selbst die quergestreiften Muskeln repräsentirt, ausserdem treten aber auch noch Epithelien, eigenthümliche homogene Membranen, Gefässe und selbst Nerven auf, so dass, um so mehr, da auch die verbreiteteren Gewebe in sehr verschiedenen Formen erscheinen, eine Verwicklung des Baues entsteht, welche eine allgemeine Schilderung fast unmöglich macht und nur durch genaues Verfolgen der einzelnen Abschnitte aufzuhellen ist. — Die Anordnung und Vertheilung dieser Gewebe anlangend, so haben dieselben ein sehr ausgesprochenes Bestreben zur Schichtenbildung und zur Annahme einer in den verschiedenen Lagen constanten Richtung des Verlaufes, doch geht die erstere selten bis zur wirklichen Isolirung der einzelnen Lagen und erleidet auch die letztere, obschon seltener, ihre Ausnahmen. Die *Membrana intima* ist die schwächste Gefässlage und besteht ohne Ausnahme aus einer Zellenlage, dem Gefässepithel, meist auch aus einer elastischen Haut, mit vorwiegend longitudinaler Faserrichtung, zu der dann noch andere Lagen dieser oder jener Art sich gesellen können, welche ebenfalls fast ohne Ausnahme die longitudinale Richtung inne halten. Die *Media* ist meist eine starke Lage und vorzüglich der Sitz der transversalen Elemente und der Muskeln, enthält jedoch bei den Venen auch viele longitudinale Fasern und führt bei allen grösseren Gefässen auch mehr oder weniger elastische Elemente und Bindegewebe. Die *Adventitia* endlich hat wieder vorwaltend longitudinale Faserung, ist eben so stark oder stärker als die *Media* und besteht meist nur aus Bindegewebe und elastischen Netzen.

Verfolgt man die einzelnen Gewebe der Gefässhäute etwas genauer, so zeigt sich, dass das Bindegewebe fast überall als vollkommen entwickeltes mit feinen und stärkeren Bündeln und deutlichen Fibrillen auftritt. Nur in den kleinsten Arterien und Venen wird dasselbe durch ein kernhaltiges, undeutlich faseriges Gewebe ersetzt und geht schliesslich in ganz homogene, hie und da noch kernhaltige zarte Häute über. Das elastische Gewebe erscheint nirgends im Körper in so mannigfacher Gestalt, wie gerade in den Gefässen. Von weitmaschigen lockeren Netzen der feinsten, mitteldicken und stärksten Fasern (Fig. 22. pg. 45), bis zu den engsten, dichtesten, hautartig ausgebreiteten Geflechten von solchen finden sich hier alle Uebergänge und ausserdem zeigen sich auch noch alle Umwandlungsgrade der letztern oder der elastischen Netzhäute in wirkliche elastische Membranen, die entweder noch in einem sie durchziehenden elastischen, mehr oder weniger verschwindendenFasernetz und spärlichen Lücken ihre Abstammung zur Schau tragen oder stellenweise oder ganz zu vollkommen homogenen, mit mehr oder weniger Lücken versehenen Platten umgewandelt sind (Fig. 25. pg. 46). — In den kleinsten Gefässen finden sich statt der elastischen Elemente in der *Adventitia* namentlich hie und da spindelförmige Zellen, welche als nicht zur Entwicklung gelangte Bildungszellen derselben anzusehen sind. — Quergestreifte Muskeln kommen nur an den Einmündungen der grösten Venen ins Herz vor, dagegen sind glatte Muskeln namentlich in mittleren, zum Theil in stärkeren Gefässen sehr verbreitet. Ihre Elemente oder die contractilen Faserzellen zeigen in der Mehrzahl der Gefässe keine Besonderheiten, ausser dass sie die Länge von 0,04‴ nicht überschreiten, und vereinen sich entweder direct oder mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen zusammen zu platten Bündeln und Muskelhäuten, seltener zu Muskelnetzen. Statt ihrer finden sich in den stärksten Arterien kürzere, Epitheliumzellen gleichende Plättchen immer mit länglichen Kernen und in den kleinsten Arterien und Venen

Fig. 277.



Fig. 278.

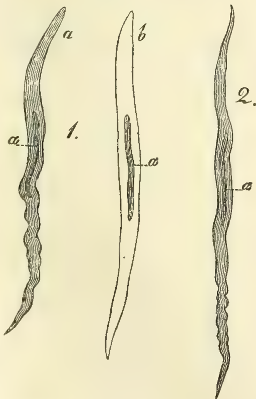


Fig. 277. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Art. poplitaea* des Menschen, mit Andeutung von Fasernetzen. 350 mal vergr.

Fig. 278. Muskulöse Faserzellen aus Arterien des Menschen 350 mal vergr. 1. Aus der *Art. poplitaea*, *a*. ohne, *b*. mit Essigsäure, 2. aus einem Aestchen von $^1/_2$‴ der *Tib. antica*, *a*. Kern der Zellen.

kurze längliche, selbst dem Rundlichen sich annähernde Zellen, welche beide Formen als minder entwickelte zu deuten sind.

Ein eigenthümliches Fasergewebe enthält die *Intima* der stärkeren Gefässe, welches seit *Henle* allgemein als umgewandeltes Epithel angesehen wird. Es sind blasse, meist streifige, auch wohl homogene Lamellen mit länglichen, der Längenaxe der Gefässe parallel verlaufenden (längsovalen) Kernen, welche nicht selten in schmale spindelförmige Fasern jede mit einem Kern ähnlich gewissen Epitheliumzellen oder wenigstens in Fasern sich zerlegen lassen, andere Male aber auch mehr homogen und kernlos vorkommen oder selbst in ganz feine Faserhäute wie die dichtesten feinsten elastischen Netze sich umzuwandeln scheinen. Die Aehnlichkeit dieser Lagen, die ich die streifigen Lamellen der *Intima* nennen will, oder vielmehr der ihnen zu Grunde liegenden Faserzellen mit den Gefässepithelien, berechtigt noch nicht, sie aus den letztern abzuleiten, indem keine Thatsache beweist, dass die wirklichen Epitheliumzellen und die streifigen Lamellen in einem genetischen Zusammenhange stehen, in der Art, dass die letztern einmal wahres Epithel und innerste Gefässlage waren, dann successive nach aussen rückten und in ihren Elementen verschmolzen, dagegen scheint es auch mir erlaubt, die Epitheliumzellen und die Bildungszellen dieser Lagen als ursprünglich gleichwerthige Zellen anzusehen, die jedoch im Laufe der Entwicklung die einen in dieser, die andern in jener Richtung sich umwandeln und so schliesslich zu mehr oder weniger differenten Geweben werden.

Das Gefässepithelium (Fig. 14 pg. 41) erscheint in zwei Formen, nämlich einmal, besonders in den grossen Venen, als Pflasterepithelium mit polygonalen, meist etwas verlängerten Zellen und zweitens wie in den meisten Arterien als Spindelepithel mit 0,01 — 0,02‴ langen zugespitzten schmalen Zellen. Dasselbe fehlt normal in keinem Gefäss, lässt sich fast ohne Ausnahme ziemlich leicht in seine Elemente zerlegen und ist, wie andere einfache Epithelien keiner constanten Ablösung und Wiederbildung unterworfen. Mit *Remak* könnte man das Epithelium auch als Zellenhaut der Gefässe bezeichnen, weil dasselbe, verschieden von andern Epithelien, in grossen Gefässen oft ohne Grenze in die streifigen Lamellen sich fortsetzt, so dass man häufig nicht weiss, wo das eine aufhört und die andern beginnen, doch möchte ich für mich lieber den alten Namen beibehalten, weil denn doch die innerste Zellenlage der Gefässe in ihrem Verhalten ganz einem einfachen Epithel folgt und auch an vielen Orten (Herz, kleinere Gefässe) von den tieferen Geweben scharf abgegrenzt ist. Selbst der von *Remak* hervorgehobene Umstand, dass das Gefässepithel nicht aus der embryonalen Epithelialhaut hervorgeht, kann mich nicht bestimmen, dasselbe von den andern Epithelien zu sondern, da ja auch die Ueberzüge der serösen Säcke und Synovialkapseln, die Niemand von den Epithelien wird sondern wollen, ganz selbständig sich entwickeln.

Alle grösseren Gefässe bis zu solchen von $\frac{1}{2}$‴ und darunter besitzen

sogenannte Ernährungsgefässe, *Vasa vasorum s. nutrientia*, welche von kleinen benachbarten Arterien abstammen und vorzüglich in der *Adventitia* sich ausbreiten, in der sie ein reichliches Capillarnetz mit mehr rundlichen Maschen erzeugen, aus dem dann die neben den Arterien verlaufenden Venen entstehen, die bei den *Vasa vasorum* der Venen ihr Blut direct in die versorgte Vene ergiessen. Auch die *Media* der grösseren Arterien und Venen enthält nach dem übereinstimmenden Zeugniss vieler Autoren Gefässe, jedoch in sehr geringer Zahl und nur in den äusseren Schichten, wogegen die inneren Lagen derselben und die *Intima* mir immer gefässlos erschienen, obgleich auch hier einige Beobachter Gefässe gesehen haben wollen (beim Ochsen ist die *Vena cava inferior* bis an die *Intima* mit reichlichen Gefässen versehen). Nerven lassen sich vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven abtretend an vielen Arterien mit Leichtigkeit nachweisen, erscheinen jedoch häufig nur als Begleiter derselben. Wo sie in dieselben eindringen, verlaufen sie nur innerhalb der *Adventitia* und lassen in günstigen Fällen bei Thieren Theilungen und freie Endigungen ihrer feinen Röhren wahrnehmen (s. meine *Mikr. Anat.* II. 1. pg. 532 u. 533). Manche Arterien entbehren der Nerven ganz, wie die der Gehirn- und Rückenmarkssubstanz, der *Chorioidea*, der *Placenta* und auch viele Arterien von Muskeln, Drüsen und Häuten, woraus ersichtlich ist, dass dieselben nicht so nothwendig der Nerven bedürfen, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. — In noch viel höherem Grade gilt dies von den Venen, bei denen nur an den grösseren spärliche feine Nerven nachzuweisen sind. Beobachtet wurden dieselben an den *Sinus* der *Dura mater*, den Venen des Wirbelcanals, *VV. cavae, jugularis, iliacae, cruralis* von *Luschka*, an den Lebervenen von mir. Dieselben stammen ebenfalls vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven und sind mit Bezug auf ihre Endigungen noch nicht erforscht. Nach *Luschka* sollen dieselben bis in die innerste Gefässhaut sich erstrecken, was mir noch nicht zu beobachten gelang.

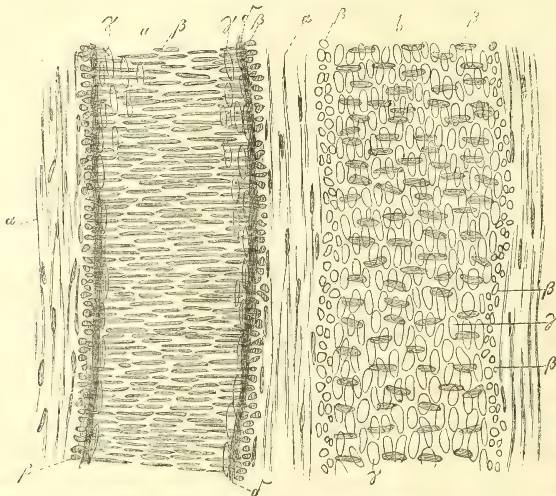
§. 215.

Die Arterien können behufs der leichteren Beschreibung, je nach dem die mittlere Haut rein muskulös oder aus Muskelfasern und elastischen Fasern gemengt oder vorwiegend elastisch ist, in kleine, mitteldicke und grosse Arterien eingetheilt werden, um so mehr da Hand in Hand mit den Aenderungen der mittleren Haut in ihrem Bau auch die äussere und innere Haut in manchen Beziehungen wenigstens anders sich gestalten. Allgemeiner Character der Arterien ist, dass ihre mittlere Haut eine ungemeine Stärke hat, aus vielen regelmässig angeordneten Schichten besteht und mit ihren Elementen der Quere nach verläuft. In den stärksten Arterien ist die *Media* gelb, sehr elastisch und von grosser Mächtigkeit; nach der Peripherie zu nimmt dieselbe successiv an Dicke ab und wird röthlicher und contractiler, bis sie endlich unmittelbar vor den Capillaren ganz dünn erscheint und dann verschwindet.

Die weissliche *Intima* ist immer viel dünner und schwankt innerhalb geringerer Grenzen, richtet sich jedoch ebenfalls nach der Stärke der Gefässe, wogegen die *Adventitia* in den stärksten Arterien absolut bedeutend dünner ist, als in denen von mittlerem Kaliber, wo sie der *Media* an Dicke oft gleichkommt oder sie noch übertrifft. — Bei der speciellen Darstellung beginnt man am besten mit den kleinsten Arterien als den im Bau einfachsten, an welche dann leicht die andern sich anschliessen.

Arterien unter 4/5 oder 1''' zeigen mit wenigen Ausnahmen bis nahe an die Capillaren folgenden Bau (Fig. 279). Die *Intima* besteht

Fig. 279.



nur aus zwei Lagen, einem Epithel und einer eigenthümlichen, glänzenden, minder durchscheinenden Membran, die ich die elastische Innenhaut nennen will. Das erste hat exquisit spindelförmige blasse Zellen mit längsovalen Kernen, welche äusserst leicht im Zusammenhang in ganzen Fetzen, ja selbst als vollkommene Röhre sich isoliren, aber auch für sich darzustellen sind und einerseits mit den Spindelzellen der pathologischen Anatomen (auch mit den Bildungszellen der elastischen Fasern und des Bindegewebes), andrerseits mit contractilen Faserzellen eine nicht geringe Aehnlichkeit besitzen, jedoch von den ersteren durch die geringere Zuspitzung ihrer Enden und ihre Blässe, von den letztern durch ihre Steifheit, die nie stabförmigen Kerne und die chemischen Reactionen sich unterscheiden. Die elastische Haut ist im Mittel 0,001''' dick und im Leben unter dem Epithel glatt ausgespannt, wogegen sie in leeren Arterien fast immer eine grössere oder geringere Zahl von meist

Fig. 279. Eine Arterie *a.* von 0,062''' und Vene *b.* 0,067''' aus dem Mesenterium eines Kindes mit Essigsäure 350 mal vergr. *α Tunica adventitia* mit länglichen Kernen, *β* Kerne der contractilen Faserzellen der *Media,* zum Theil von der Fläche, zum Theil im scheinbaren Querschnitt, *γ* Kerne der Epithelzellen, *δ* elastische Längsfaserhaut.

starken Längsfalten, häufig auch feine zahlreiche Querfältchen besitzt, die ihr, auch wenn sie vollkommen homogen ist, doch ein besonderes längsstreifiges Ansehen geben. Uebrigens erscheint dieselbe fast immer als eine sogenannte gefensterte Membran mit verschieden deutlich ausgeprägten netzförmigen Fasern und meist kleinen länglichen Oeffnungen, seltener als ein wirkliches aber sehr dichtes Netz vorzüglich longitudinaler elastischer Fasern mit engen länglichen Spalten und stimmt in ihrem Ansehen, durch ihre grosse Elasticität, und ihre chemischen Reactionen vollkommen mit den elastischen Lamellen der *Media* grosser Arterien überein. — Die mittlere Haut der kleinen Arterien ist rein muskulös, ohne die geringste Beimengung von Bindegewebe und elastischen Elementen und je nach der Grösse der Arterien stärker oder schwächer (bis 0,03‴). Ihre zu Lamellen vereinten Faserzellen lassen sich bis zu Gefässen von $1/_{10}$‴ noch ziemlich leicht durch Präparation, an noch kleineren durch Kochen und Maceration in Salpetersäure von 20% isoliren und ergeben sich als 0,02—0,03‴ lange, 0,002—0,0025‴ breite zierliche Faserzellen. — Die *Adventitia* besteht aus Bindegewebe und feinen elastischen Fasern und ist meist so stark wie die *Media* oder selbst etwas stärker.

Der geschilderte Bau gilt bis zu Arterien von $1/_8$‴, weiter gegen die Capillaren zu ändert sich jedoch derselbe immer mehr (Fig. 280). Schon an Arterien von $1/_{10}$‴ enthält die *Adventitia* kein elastisches Gewebe mehr, nur noch Bindegewebe mit länglichen Kernen, das anfänglich noch faserig ist, später jedoch, obschon immer noch Kerne führend, mehr homogen erscheint und schliesslich eine dünne, wirklich vollkommen strukturlose Hülle darstellt, die an Gefässen unter 0,007‴ ganz verschwindet. Die Ringfaserhaut hat an Arterien unter $1/_{10}$‴ bis zu solchen von $1/_{25}$‴ noch 3 und 2 Lagen von Muskeln und 0,005—0,008‴ Mächtigkeit, an kleineren nur noch eine Lage, deren Elemente zugleich immer kürzer werden und zuletzt an Gefässen zwischen 0,03—0,007‴ nur noch kurze, längliche oder länglichrunde Zellen von 0,015—0,006‴ mit kürzeren Kernen darstellen. Bis zu Gefässchen von 0,012‴ bilden diese mehr embryonalen Formen von contractilen Faserzellen noch eine zusammenhängende Schicht, dann aber treten sie allmälig auseinander (Fig. 280) und verlieren sich ganz. Die *Intima* hat bis zu Gefässen von 0,028—0,03‴ eine elastische

Fig. 280.

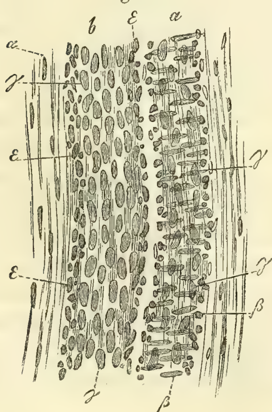


Fig. 280. Eine Arterie *a*. von 0,01‴ und eine Vene *b*. von 0,015‴ aus dem Mesenterium eines Kindes 350 mal vergr. mit Essigs. Die Buchstaben wie Fig. 279, *ε Media* der Vene aus kernführendem Bindegewebe.

Innenhaut, die freilich bei ihrem ersten Auftreten sehr zart ist und erst bei Arterien von 0,06 — 0,08''' ganz entwickelt erscheint. Dagegen lässt sich das Epithel bis zu Arterien von 0,01''', selbst von 0,07''' verfolgen, wobei freilich zu bemerken ist, dass seine Zellen zuletzt nicht mehr zu isoliren, vielmehr einzig aus den dichtstehenden Kernen von längsovaler Form zu erschliessen sind.

Mitteldicke Arterien über 4/5 oder 1''' bis zu solchen von 2 und 3''' zeigen änfänglich in der äussern und innern Lage keine grossen Veränderungen, dagegen wird die *Media* nicht nur mit der Zunahme der Gefässe immer dicker (von 0,05—0,12'''), sondern auch im Bau verändert. Es treten nämlich neben den immer zahlreicheren Muskellagen, deren Elemente noch durchaus dieselben sind wie früher, auch feine elastische Fasern in derselben auf, welche, zu weitmaschigen Netzen geeint, anfangs für sich allein mehr regellos durch die Muskelelemente verlaufen, in grösseren Gefässen dieser Kategorie dagegen von etwas Bindegewebe begleitet sind und hie und da die Neigung zeigen, in besonderen Schichten mit den Muskellagen zu alterniren, ohne jedoch den Character eines durch die ganze *Media* zusammenhängenden Netzes aufzugeben. So verliert nun die *Media* ihren eminent contractilen Bau, doch ist zuzugeben, dass die Muskelfasern auch hier immer noch bedeutend das Uebergewicht behalten. — Die *Intima* der mittelstarken Arterien hat zwischen der elastischen Innenhaut und dem Epithel nicht selten noch mehrere Lagen, unter denen die oben geschilderten streifigen Lamellen die auffallendsten sind. Dieselben bilden mit weiter nach aussen gelegenen feinen elastischen Netzen, die in einer homogenen, granulirten oder fibrillären Bindesubstanz ihre Lage haben, eine von 0,006—0,05''' starke mittlere Schicht in der *Intima*, deren Elemente ebenfalls alle der Länge nach verlaufen und sich hierdurch leicht von den zum Theil ähnlich aussehenden Muskelschichten der *Media* unterscheiden. Die *Adventitia* endlich beträgt fast in allen diesen Arterien mehr als die *Media* und steigt von 0,05—0,16''' an. Ihre elastischen Fasern werden zugleich immer stärker und lassen schon bei Gefässen von 1''' eine stärkere Anhäufung an der Grenze gegen die *Media* erkennen, welche in allen diesen Arterien äussert scharf ist. Ausnehmend schön wird diese elastische Haut der *Adventitia* in den stärksten hierher gehörenden Gefässen, wie in der *Carotis externa* und *interna*, der *Cruralis*, *Brachialis*, *Profunda femoris, Mesenterica, Coeliaca,* wo dieselbe 0,013

Fig. 281.

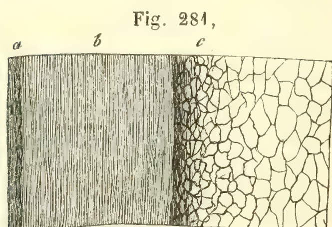
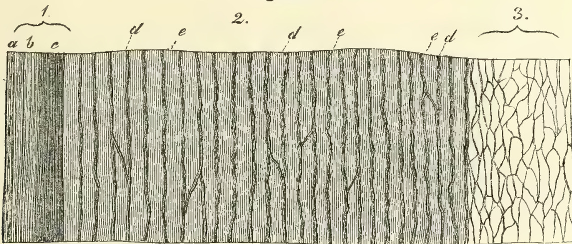


Fig. 281. Querschnitt der *Art. profunda femoris* des Menschen, 30 mal vergr. *a. Intima* mit der elastischen Lage (das Epithel ist nicht sichtbar), *b. Media* ohne elastische Lamellen aber mit feinen elastischen Fasern, *c. Adventitia* mit elast. Netzen und Bindegewebe.

bis 0,04''' und mehr misst und zum Theil sehr schön geschichtet ist mit Lamellen, deren Bau dem der wirklichen elastischen Membranen oft sehr stark verwandt ist. Uebrigens enthalten auch die äusseren Lagen der *Adventitia* elastische Netze, nur sind deren Elemente etwas feiner und bilden keine Lamellen, sondern hängen mehr regellos miteinander zusammen. — Die stärksten mitteldicken Arterien zeigen schon eine Annäherung an die grössten Arterien, insofern als in ihrer *Media* gewisse Theile der elastischen Netze zu etwas stärkeren elastischen Lamellen ausgeprägt sind, welche jedoch durch die ganze Dicke der *Media* miteinander zusammenhängen und auch seltener wirkliche elastische Membranen sind, wodurch sie am besten von den noch zu beschreibenden elastischen Platten der Ringfaserhaut grosser Arterien sich unterscheiden. In erster Andeutung erscheinen diese Lamellen in den innern Lagen der *Media* der *Cruralis*, *Mesenterica superior, Coeliaca*, *Iliaca externa*, *Brachialis* und der äussern und innern *Carotidee*, wogegen sie auffallender Weise in dem Anfang der *Tibialis antica* und *postica* und in der *Poplitaea* durch die ganze mittlere Haut sich finden und namentlich in der letzten Arterie, die auch meist etwas dickere Wände hat als die *Cruralis*, recht hübsch entwickelt sind.

Durch das eben angegebene Verhalten der *Media* und sonst wird der Uebergang der mitteldicken zu den grössten Arterien ebenfalls ein ganz allmäliger. Was die *Intima* anlangt, so sind die Epithelzellen

Fig. 282.



in dieser in der Regel nicht mehr so exquisit verlängert, wie in den kleineren Arterien, jedoch immer noch spindelförmig von 0,006 bis 0,01'''. Der übrige Theil dieser Haut wird mit der Stärke der Gefässe nicht gerade nothwendig dicker, zeigt jedoch namentlich in der Aorta eine grosse Geneigtheit zu Verdickungen, so dass es oft schwer wird, die normale Dicke desselben zu bestimmen. Bezüglich auf den Bau besteht derselbe vorzüglich aus Lamellen einer hellen, bald homogenen, bald streifigen, selbst deutlich fibrillären Substanz, welche meist wie Bindegewebe sich ausnimmt (*Eulenburg* erhielt

Fig. 282. Querschnitt der *Aorta* unterhalb der *Mesent. sup.* 1. *Intima.* 2. *Media.* 3. *Adventitia.* *a.* Epithel, *b.* gestreifte Lamellen, *c.* elastische Häute der *Intima*, *d.* elastische Lamellen der *Media*, *e.* Muskeln und Bindegewebe derselben, *f.* elastische Netze der *Adventitia.* Vom Menschen 30 mal vergr. mit Essigsäure.

etwas Leim aus der *Intima)* und von feineren und gröberen longidutinalen elastischen Netzen durchzogen wird. In der Regel werden diese von innen nach aussen immer dichter und in ihren Elementon stärker und schliesst die Innenhaut gegen die *Media* entweder mit einer elastischen dichten Netzhaut oder einer wirklichen gefensterten mehr oder weniger faserigen Membran, welche offenbar der elastischen Innenhaut der kleinen Arterien entspricht. Unmittelbar unter dem Epithel sind die elastischen Fasernetze entweder sehr fein oder werden durch eine oder mehrere helle Lagen, die streifigen Lamellen vertreten, die, wenn sie kernhaltig sind, oft wie aus verschmolzenen Epithelzellen zu bestehen scheinen, wenn homogen und kernlos blassen elastischen Membranen sich annähern. — In der Ringfaserhaut erscheinen als neues Element in den stärksten Arterien besondere elastische Membranen oder Platten, die, abgesehen von ihrem queren Faserverlauf, der elastischen Innenhaut namentlich kleinerer Arterien in allem Wesentlichen gleich gebildet sind und bald als die dichtesten Netze starker elastischer Fasern, bald als wirkliche gefensterte Häute mit mehr zurückstehender Faserung erscheinen. Diese 0,001 bis 0,0012‴ dicken Membranen, deren Zahl bis auf 50 und 60 ansteigen kann, wechseln regelmässig in Entfernungen von 0,003—0,008‴ mit queren Schichten glatter Muskeln, die von Bindegewebe und Netzen mittelfeiner elastischer Fasern durchzogen sind, ab, sind jedoch durchaus nicht als regelmässig ineinandergeschachtelte, von einander isolirte und in ihren Zwischenräumen von Muskeln ausgefüllte Röhren zu denken, sondern stehen einmal bald häufiger, bald spärlicher untereinander und mit dem feineren, die Muskeln durchziehenden elastischen Netz in Verbindung, und sind zweitens nicht selten stellenweise unterbrochen oder von gewöhnlichen elastischen Netzen vertreten. Am schönsten und regelmässigsten erscheinen die Platten in der *Aorta abdominalis*, dem *Truncus anonymus*, der *Carotis communis* und den kleinsten hierhergehörigen Arterien, doch wechseln diese Verhältnisse bei verschiedenen Individuen sehr, so dass man, ohne im Besitz sehr ausgedehnter Untersuchungen zu sein, kaum etwas allgemein gültiges aufstellen kann. — Was die *Media* sonst noch auszeichnet, ist die geringe Entwicklung ihrer Muskulatur. Contractile Faserzellen sind zwar auch in den grössten Arterien durch alle Schichten der *Media* zu finden, allein dieselben machen einmal, verglichen mit den übrigen Elementen derselben, den elastischen Platten, dem Bindegewebe und den feineren elastischen Netzen, nur einen unbedeutenden Theil dieser Haut aus ($\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$) und sind zweitens auch in ihren Elementen so unentwickelt, dass es sehr zweifelhaft erscheint, ob

Fig. 283.

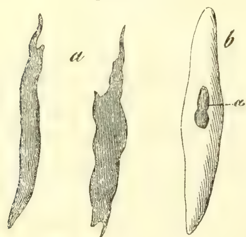


Fig. 283. Muskulöse Faserzellen aus den innersten Lagen der *Arteria axillaris* des Menschen, 350 mal vergr. *a.* ohne, *b.* mit Essigsäure. *α.* Kern der Fasern.

dieselben ein irgend nennenswerthes Zusammenziehungsvermögen besitzen. Man findet nämlich in der *Aorta* und dem Stamme der *Art. pulmonalis* die Faserzellen in den innern Schichten der *Media* oft nicht länger als 0,01''' und dabei 0,004—0,006''' breit und ganz platt, so dass sie gewissen Epitheliumzellen nicht unähnlich sehen, zugleich unregelmässig von Gestalt, rechteckig, spindel- oder keulenförmig, jedoch mit den bekannten stabförmigen Kernen. In den äusseren Schichten werden die Faserzellen schmäler und länger, bis 0,02''' und zugleich den exquisiten muskulösen Faserzellen anderer Organe ähnlicher, doch behalten dieselben in ihrem Ansehen etwas Starres und Eigenthümliches. In den *Carotides*, *Subclaviae*, *Axillares*, *Iliacae* sind die contractilen Elemente schon entwickelter, daher auch die *Media* dieser Arterien nicht die reingelbe Farbe derjenigen der grössten Arterien hat, sondern schon mehr ins Röthliche spielt. — Die *Adventitia* der grossen Arterien ist relativ und absolut schwächer als die der kleineren und beträgt von 0,04—0,02'''. Ihr Bau ist im Ganzen genommen derselbe wie früher, doch ist ihre elastische innere Lage viel weniger entwickelt und wegen der dicken elastischen Elemente in der *Media* auch sehr wenig von dieser abgegrenzt.

Auch die *Intima* gewisser Arterien enthält glatte Muskeln, wie ich bei der *Axillaris* und *Poplitaea* des Menschen fand und neulich auch *Remak* namentlich für die Eingeweidearterien der Säugethiere nachwies. Sehr häufig ist beim Menschen in grossen Arterien diese Haut verdickt, wobei namentlich eine ungemeine Zunahme der streifigen Lamellen sich ergibt. — In der *Media* fehlt die Muskulatur in keiner Arterie ganz und zieht *Henle* mit Unrecht die Arterien der *Retina* hierher, wo dieselbe noch an Aesten von 0,03''' vorkommt und erst an solchen unter 0,02''' fehlt. — Die *Adventitia* grosser Arterien enthält bei Thieren Muskeln, beim Menschen nicht.

§. 216.

Venen. Auch die Venen lassen sich in drei Gruppen, kleine, mittelstarke und starke eintheilen, die jedoch nicht ganz so scharf von einander sich abgrenzen lassen, wie dies bei den Arterien der Fall war. Die Venen sind ohne Ausnahme dünnwandiger als die Arterien, was ebenso sehr von einer geringeren Entfaltung von contractilen Elementen, als von einer spärlicheren Entwicklung der elastischen Theile abhängt, daher auch die Venenwände schlaffer und minder contractil sind. Die *Intima* ist bei grossen Venen häufig nicht stärker als bei mittelstarken, weniger entwickelt als bei den Arterien, sonst im Wesentlichen gleich gebaut. Die niemals gelbe, meist grauröthliche *Media* enthält viel mehr Bindegewebe, weniger elastische Fasern und Muskeln und zeigt, was ein Hauptunterschied ist, immer neben den transversalen auch longitudinale Schichten. Dieselbe ist im allgemeinen schwach, jedoch bei mittelstarken Venen absolut stärker als bei grösseren und auch in der Muskulatur am kräftigsten entwickelt. Die *Adventitia* endlich ist in der Regel die stärkste Lage und zwar nimmt ihre relative und absolute Stärke mit derjenigen der Gefässe meist zu. In der Zusammensetzung schliesst sie

derjenigen der Arterien ganz sich an, nur dass in vielen Venen, besonders der Unterleibshöhle zum Theil sehr entwickelt longitudinale Muskeln in ihr erscheinen, welche der ganzen Venenwand ein eigenthümliches Gepräge geben.

Die kleinsten Venen (Fig. 280 *b*) bestehen sozusagen nur aus einem kernhaltigen, undeutlich faserigen oder homogenen Bindegewebe und einem Epithel. Letzteres ist in seinen Elementen länglichrund oder rund mit ovalen oder selbst rundlichen Kernen, während erstere eine relativ starke *Adventitia* und ausserdem noch eine dünnere, die *Media* vertretende Lage (Fig. 280 *ε*), beide mit longitudinaler Faserrichtung bildet. Unter 0,01‴ verlieren die Venen allmälig das äussere Bindegewebe und das Epithel und geht dem Anscheine nach die mittlere Lage derselben in die structurlose Haut der Capillaren über. Eine Muskelhaut und überhaupt eine Lage von ringförmigen Fasern tritt erst bei Venen über 0,02″ auf und zwar in Gestalt von anfänglich weit auseinanderstehenden querovalen Zellen, mit kurzen ovalen, zum Theil selbst fast rundlichen queren Kernen. Nach und nach werden diese Zellen länger und zahlreicher und bilden endlich an Gefässen von 0,06—0,08‴ eine continuirliche Lage (Fig. 279 *β*), welche jedoch immer unentwickelter ist, als die der entsprechenden Arterien. So bleibt der Bau der Venen bis zu 0,1‴, dann aber treten allmälig elastische, anfangs feine Netze nach aussen vom Epithel, in der *Musculosa* und *Adventitia* auf, während zugleich die Muskellagen sich vermehren und auch selbst Bindegewebe und feine elastische Fasern zwischen ihre Elemente aufnehmen.

Venen von mittlerem Durchmesser von 1—3—4‴, wie die Hautvenen und tieferen Extremitätenvenen bis zur *Brachialis* und *Poplitaea*, die Eingeweide- und Kopfvenen mit Ausnahme der Hauptstämme, zeichnen sich durch die namentlich bei den Venen der untern Extremität nicht unbedeutende Entwicklung ihrer Ringfaserhaut aus, die wie bei den Arterien gelbröthlich von Farbe und querstreifig ist, jedoch, auch wo dieselbe die grösste Mächtigkeit besitzt, bei weitem derjenigen der entsprechenden arteriellen Gefässe nicht gleichkommt und die Dicke von 0,06 bis 0,07‴ nicht überschreitet. Dieselbe besteht auch zum Unterschiede von den Arterien nicht allein aus queren, sondern auch aus longitudinalen Lagen. Erstere werden von gewöhnlichem wellenförmigem Bindegewebe mit feinen, lockigen, mehr isolirten elastischen Fasern (sogenannten Kernfasern) und einer grossen Menge von glatten Muskeln dargestellt, deren spindelförmige Elemente bei einer Länge von 0,02—0,04‴ und einer Breite von 0,004—

Fig. 284.

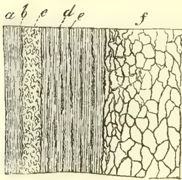


Fig. 284. Querschnitt der *Vena saphena magna* am *Malleolus*, 30 mal vergr. *a*. Gestreifte Lamellen und Epithel der *Intima*, *b*. Elastische Haut derselben, *c*. longitudinale innere Bindegewebslage der *Media*, mit elastischen Fasern, *d*. quere Muskeln und *e*. longitudinale elastische Netze schichtenweise gelagert, *f*. *Adventitia*.

0,007‴ die gewöhnlichen Charactere der contractilen Faserzellen darbieten, während die Längsschichten aus ächten stärkeren und ganz starken netzförmig vereinigten elastischen Fasern bestehen. Die Lagerungsweise dieser Gewebe zu einander betreffend, so folgt in gewissen Venen (*Poplitaea*, *Profunda femoris*, *Saphena major et minor)* auf die *Intima* eine 0,01—0,04‴ starke, einzig und allein aus Bindegewebe und feineren elastischen Netzen gebildete Lage mit longitudinaler Faserung, die Längsschicht der *Media*, während in den andern Venen die muskulösen Elemente auch in die innersten Lagen sich erstrecken. In diesem Falle findet sich unmittelbar nach aussen von der Innenhaut eine Querlage von Muskeln mit Bindegewebe und elastischen Fäserchen, welche drei Gewebe in diesen Venen immer einander begleiten und dann folgen regelmässig miteinander abwechselnd longitudinale elastische Netzhäute immer in einfacher Lage und Quermuskeln mit Bindegewebe, so dass die *Media* dieser Venen ein geschichtetes Ansehen erhält, das in etwas an dasjenige der stärksten Arterien erinnert. Es ist jedoch zu bemerken, dass die elastischen Netzhäute, wenn auch häufig sehr dicht verflochten, doch nie zu homogenen elastischen Membranen werden, ferner hie und da unterbrochen sind und, wie Längsschnitte deutlich lehren, ohne Ausnahme durch die ganze *Media* miteinander zusammenhängen. Die Zahl dieser elastischen Lamellen schwankt zwischen 5—10 und ihre Zwischenräume betragen von 0,004 — 0,01‴. — Die *Intima* der mittelstarken Venen beträgt von 0,01—0,04‴ und besteht, wo sie dünner ist, nur aus einem Epithel mit kürzeren, jedoch länglichen Zellen, einer streifigen kernhaltigen Lamelle und einer elastischen Längshaut, die der elastischen Innenhaut der Arterien entspricht, aber kaum jemals als eine wirklich homogene gefensterte Membran, sondern meist als ein äusserst dichtes flächenartig ausgebreitetes Netz feinerer und gröberer elastischer Fäserchen erscheint. Wo die Intima dicker ist, mehren sich die streifigen Lamellen und treten vor allem noch einige oder selbst mehrere Netze elastischer feiner Fasern nach innen von der erwähnten, die *Intima* abschliessenden elastischen Haut auf. Auch glatte Muskeln sah ich in den Venen des *Uterus gravidus* in der *Intima*, ebenso in der *Saphena major* und *Poplitaea*, was *Remak* für die Eingeweidevenen gewisser Säugethiere bestätigt. — Die *Adventitia* dieser Venen ist fast ohne

Fig. 285.

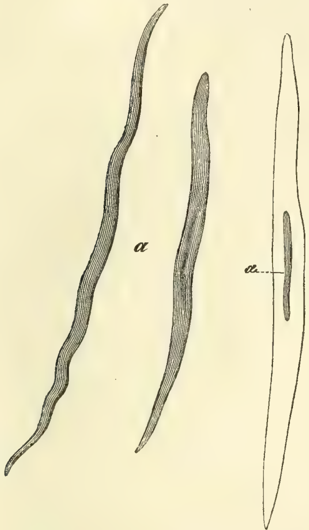


Fig. 285. Muskulöse Faserzellen aus der *Vena renalis* des Menschen, *a.* ohne, *b.* mit Essigsäure, *α* Kern der letzteren, 350 mal vergr.

Ausnahme dicker als die *Media*, häufig noch einmal so dick, seltener von gleicher Stärke. In der Regel enthält dieselbe nur longitudinale, vielfach untereinander verbundene oft sehr schöne starkfaserige elastische Netzhäute und gewöhnliches Bindegewebe, doch kommen im Bezirk derjenigen Eingeweidevenen, deren Stämme in der *Adventitia* Längsmuskeln besitzen, solche auf eine gewisse Strecke auch in den Aesten vor (siehe das folgende).

Die stärksten Venen unterscheiden sich von denen von mittlerem Durchmesser namentlich durch die geringe Entwicklung der *Media* und namentlich der Muskulatur derselben, was freilich häufig durch das Auftreten contractiler Elemente in der *Adventitia* ausgeglichen wird. Die *Intima* beträgt in der Regel 0,01‴ und verhält sich dann wie bei den mittleren Venen. Seltener steigt sie wie in der *Cava inferior* hie und da, in den Stämmen der *Hepatica,* in den *Anonymae* bis zu 0,02 und 0,03‴, welche Dickenzunahme auf Rechnung gestreifter Lamellen mit Kernen und feiner elastischer Längsnetze, nirgends auf die von Muskeln kommt. Die *Media* beträgt durchschnittlich 0,02—0,04‴, kann jedoch ausnahmsweise wie im Anfange des Pfortaderstammes, im obersten Theile des Bauchtheiles der *Cava inferior,* an den Einmündungsstellen der Lebervenen 0,05—0,12‴ messen, oder wie im grössten Theile der *Cava* an der Leber und im weiteren Verlauf der grössten Lebervenen ganz fehlen. Ihr Bau ist im Wesentlichen derselbe wie früher, nur hängen die longitudinalen elastischen Netze vielfach zusammen und sind weniger deutlich oder gar nicht in Lamellen angeordnet, ferner sind die Quermuskeln spärlich und undeutlich, selbst da, wo die *Media* die angegebne bedeutende Dicke besitzt, und reichlicher mit queren Bindegewebsbündeln gemengt. Am entwickeltsten sah ich die Muskeln in der *Lienalis* und *V. portae*, ganz zu fehlen schienen sie mir im Bauchtheil der *Vena cava* unterhalb der Leber an gewissen Stellen, in der *Subclavia* und den Endstücken der *Cava superior* und *inferior.* — Die *Adventitia* der grössten Venen übertrifft ohne Ausnahme die *Media* oft um das Doppelte und mehr bis um das 5fache, und zeigt im Bau die bedeutende Abweichung, dass sie wenigstens bei gewissen Venen, wie *Remak* richtig angibt, eine bedeutende Menge von Längsmuskeln enthält. Am schönsten sind dieselben, wie schon *Bernard* wusste (*Gaz. med. de Paris* 1849, 17. 331), im Lebertheil der *Cava*

Fig. 286.

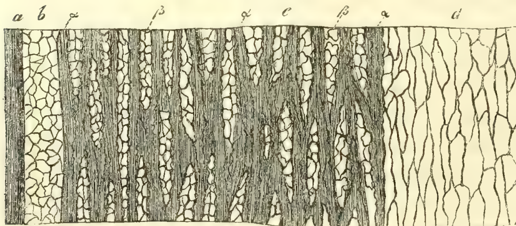


Fig. 286. Längsschnitt der untern Hohlvene an der Leber 30 mal vergr. *a. Intima*, *b. Media* ohne Muskeln, nur Bindegewebe und elastische Fasern haldend, *c.* innere Schicht der *Adventitia*, *α* longitudinale Muskeln derselben, *β* queres Bindegewebe derselben Lage, *d.* äusserer Theil der *Adventitia* ohne Muskeln.

inferior, wo sie mit 0,01—0,04''' starken Bündeln ein die innere Hälfte oder zwei innern Drittheile der äussern Haut durchziehendes Netzwerk bilden, das, wo die *Media* fehlt, direct an die *Intima* anstösst und bis 0,22''' Mächtigkeit erlangen kann. Ausserdem fand ich, wie Remak, diese contractilen Längsbündel, die nie Bindegewebe, wohl aber elastische Fasern in gewisser Zahl enthalten, noch sehr entwickelt in den Stämmen der Lebervenen, im Stamm der *Vena portae*, im übrigen Theil der *Cava inferior* und verfolgte dieselben bis zur *Lienalis, Mesenterica superior, Iliaca externa* und *Renalis.* Auch die *Vena azygos* zeigte einige derselben, dagegen fehlten sie durchaus in den oberen Venen. Nur in der *Renalis* und *V. portae* erstreckten sich diese Muskeln durch die ganze Dicke der *Adventitia,* während in den andern genannten Venen ein grösserer oder kleinerer äusserer Theil derselben frei blieb und wie gewöhnlich aus longitudinalem Bindegewebe und elastischen starkfaserigen Netzen bestand. Hierdurch erschien dann die muskulöse Lage der *Adventitia* wie eine besondere Gefässhaut und wurde zur Verwechslung derselben mit der unentwickelten oder, wie angegeben wurde, selbst fehlenden *Media* Veranlassung gegeben, welche jedoch durch Verfolgung der Verhältnisse von den kleineren Venen an leicht vermieden werden konnte. Die Muskellage der *Adventitia* enthält ausser den contractilen Elementen, die bei einer Länge von 0,02—0,04''' die gewöhnlichen Charactere darbieten und vielen elastischen Längsnetzen ohne Ausnahme eine gewisse Menge von Bindegewebe, das, wie es scheint, ohne Ausnahme quer verläuft, so dass mithin die transversalen Elemente auch in diesen grossen Venen, wenn auch nicht gerade vorzüglich durch Muskeln, doch vertreten sind. Alle grossen Venen, die in das Herz einmünden, besitzen auf eine kurze Strecke eine äussere ringförmige Lage derselben Muskeln, die auch im Herzen sich finden, ebenfalls mit Anastomosen der Primitivbündel. Dieselben sollen nach Räuschel im Bereich der oberen Hohlvene bis zur *Subclavia* sich erstrecken und auch an den Hauptzweigen der *Venae pulmonales* noch zu finden sein und zwar nach Schrant im erstern Falle mehr im Innern der Gefässwand und longitudinal.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch Venen, in denen die Muskulatur übermässig entwickelt ist und Venen, in denen eine solche gänzlich fehlt. Zu den erstern gehören die Venen des schwangern Uterus, in denen neben der *Media* auch die *Intima* und *Adventitia,* und zwar die letztern längsfaserige Muskellagen darbieten, deren Elemente im 5. und 6. Monat dieselbe colossale Entwicklung zeigen, wie die des Uterus selbst. Der Muskulatur entbehren 1) die Venen des mütterlichen Theiles der *Placenta,* in deren Wandungen ausserhalb des Epithels grosse Zellen und Fasern, die ich für unentwickeltes Bindegewebe halte, vorkommen. 2) Die meisten Venen der Gehirnsubstanz und *Pia mater.* Dieselben bestehen aus einem rundlichen Epithel in einfacher Lage, einer dünnen longitudinalen Bindegewebsschicht mit einzelnen Längskernen als Vertreterin der *Media* und einer bei den

kleineren Gefässen mehr homogenen, bei den grösseren fibrillären und kernhaltigen *Adventitia.* Nur selten zeigt sich bei den grössten dieser Venen eine schwache Andeutung von Muskeln in der *Media*, so wie die Fig. 279 es darstellt. 3) Die Blutleiter der *Dura mater* und die *Breschet*'schen Knochenvenen, die nach aussen von einem Pflasterepithel eine Lage von Bindegewebe zum Theil mit feinen elastischen Fasern besitzen, welches continuirlich in dasjenige der harten Hirnhaut und des innern Periostes übergeht. 4) Die Venenräume der *Corpora cavernosa* (s. oben) und der Milz gewisser Säuger (s. §. 169). 5) Die Venen der *Retina.* — Die Venenklappen bestehen in ihrer Hauptmasse aus deutlichem Bindegewebe, das dem freien Rande derselben parallel verläuft, und viele längliche Kerne und auch isolirte wellenförmige, meist freie, zum Theil stärkere elastische Fasern enthält. An der Oberfläche findet sich entweder nur ein Epithelium mit kurzen Zellen oder darunter noch ein sehr feines elastisches Netz mit vorwiegender Längsrichtung. Demnach können die Klappen als Fortsetzungen der *Media* und *Intima* angesehen werden, obschon Muskelfasern nach dem was ich sah (*Wahlgren* will solche in grösseren Klappen gefunden haben) in ihnen fehlen.

§. 217.

Haarröhrchen, *Vasa capillaria.* Mit einziger Ausnahme der *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane und der *Placenta uterina* hängen beim Menschen allerwärts Arterien und Venen durch reichliche Netze mikroskopischer feinster Gefässchen zusammen, die man ihres engen Lumens wegen mit obenstehendem Namen bezeichnet hat. Dieselben bestehen überall aus einer einzigen structurlosen Haut mit Zellenkernen und unterscheiden sich mithin sehr wesentlich von den grösseren Gefässen, doch ist der Uebergang nach der einen wie der andern Seite ein ganz unmerklicher, so dass es auf einem gewissen Punkte des Gefässverlaufes ganz unmöglich ist, die Charactere weder der einen, noch der andern Abtheilung, in die die Gewebelehre die Gefässe zu sondern gewohnt ist, wieder zu finden. Solche Gefässe kann man am besten, je nachdem sie nach dieser oder jener Seite zu liegen, als venöse und arterielle Uebergangsgefässe bezeichnen und ohne weitere Aenderung des gewöhnlichen Schema's an die Capillaren anreihen.

Die eigentlichen Capillaren verhalten sich, genauer betrachtet, wie folgt. Ihre structurlose Haut ist vollkommen hell und klar, bald zart und durch eine einfache Contour bezeichnet, bald dicker, bis 0,0008 und 0,001''' deutlich doppelt begrenzt. In ihrem mikroskopischen Reactionen stimmt dieselbe ganz mit älteren Zellmembranen und dem Sarcolemma der quergestreiften Muskelfasern überein (cf. §. 85), und was ihre sonstigen Eigenschaften betriflt, so ist dieselbe innen und aussen vollkommen glatt, trotz ihrer Feinheit ziemlich resistent und elastisch, jedoch höchst wahrscheinlich nicht contractil. Immer und ohne Ausnahme besitzt sie

eine gewisse Anzahl von länglichen Zellenkernen, die bei einer Grösse von 0,003 — 0,004''' bald in weiteren Zwischenräumen meist alterirend an dieser und jener Seite des Gefässes, bald näher und ganz dicht beisammen, doch selten wirklich gegenständig gelagert sind und bei dünner Gefässhaut an der innern Seite derselben, bei dickerer in ihr ihre Lage haben, doch so, dass sie nicht selten Hervorragungen derselben nach aussen bewirken. Die Durchmesser der Capillaren gehen beim Menschen von 0,002 bis 0,006''' und kann man dieselben behufs der Beschreibung wiederum eintheilen in feinere von 0,002—0,003''' mit spärlichen Kernen und dünner Wand und gröbere von 0,004 0,006''' mit stärkerer Haut und zahlreichen Kernen, ohne jedoch hiermit irgend welche Grenze zwischen denselben ziehen zu wollen.

Fig. 287.



Durch die Vereinigung der Capillaren entstehen die Capillarnetze, *Retia capillaria*, welche bei den einzelnen Organen und Geweben schon ihre ausführliche Würdigung fanden und daher hier nur im Allgemeinen kurz besprochen werden sollen. Die Formen derselben, die trotz nicht unbedeutender Schwankungen für die verschiedenen Organe constant und je nach der Aehnlichkeit und Verschiedenheit derselben mehr oder weniger characteristisch sind, hängen theils von der Lagerung der Elementartheile ab, theils richten sie sich nach der Energie der Functionen. Das erste anlangend, so gibt es in vielen Organen Gewebseinheiten, in welche nie Gefässe eindringen, so die quergestreiften Muskelfasern, Bindegewebsbündel, Nervenröhren, Zellen aller Art, Drüsenbläschen, und die mithin je nach ihrer Form den Capillaren ganz bestimmte Wege vorzeichnen, so dass sie bald mehr in die Länge gezogene Maschen, bald rundliche engere oder weitere Netze darstellen. Noch bestimmender ist die physiologische Energie und ergibt sich als allgemeines Gesetz, dass je grösser die Thätig-

Fig. 287. Feinste Gefässe von der arteriellen Seite aus. 1. Kleinste Arterie. 2. Uebergangsgefäss. 3. Gröbere Capillaren, 4. feinere Capillaren, *a.* structurloses Häutchen mit noch einigen Kernen, Repräsentant der *Adventitia*, *b.* Kerne der muskulösen Faserzellen, *c.* Kerne innen in der kleinen Arterie, vielleicht schon einem Epithel angehörig, *d.* Kerne der Capillaren und Uebergangsgefässe. Aus dem Gehirn des Menschen, 300 mal vergr.

keit eines Organes, beziehe sie sich nun auf Contractionen oder Sensationen, auf Ausscheidung oder Absorption, um so dichter die Capillarnetze, um so reichlicher die Blutmenge. Am engsten sind die Capillarnetze in den Organen die secerniren und absorbiren, wie in den Drüsen, vor allem in den Lungen, der Leber, den Nieren, dann in den Häuten und den Schleimhäuten; viel weiter in den Organen, die nur behufs ihrer Ernährung und zu keinen andern Zwecken Blut erhalten, wie in den Muskeln, Nerven, Sinnesorganen, serösen Häuten, Sehnen und Knochen, doch findet man auch hier Differenzen, indem z. B. die Muskeln und die graue Nervensubstanz vor den andern genannten Theilen reichlich versorgt sind. Die Durchmesser der Capillaren selbst verhalten sich gerade fast umgekehrt und sind dieselben am dünnwandigsten und feinsten, von 0,002—0,003''', in den Nerven, Muskeln, in der *Retina*, den *Peyer*'schen Follikeln; in der äussern Haut und den Schleimhäuten betragen sie 0,003—0,005''', in den Drüsen und Knochen endlich 0,004—0,006''', in den letztern in der compacten Substanz, jedoch nicht mehr ganz mit dem Bau von Capillaren, selbst 0,008 und 0,01'''. Die Physiologie ist noch nicht im Stande alle diese Differenzen im einzelnen zu deuten, indem ihr die Kenntniss der Diffusionsgesetze der verschiedenen Capillarmembranen mangelt und auch die feineren Schattirungen der Blutbewegung in den einzelnen Organen gänzlich unbekannt sind.

Die Art, wie die Capillaren in die stärkeren Gefässe übergehen, ist schwer zu verfolgen. Gegen die Arterien zu findet man, dass die Capillaren, indem sie breiter werden, dichterstehende Kerne erhalten und dann von aussen mit einer structurlosen *Adventitia* und einzelnen Muskelzellen sich belegen, wodurch sie bei 0,007''' Durchmesser schon als engste Arterien erscheinen (Fig. 287 1). An die Stelle der Kerne scheinen dann die Epithelzellen zu treten, während die Capillarmembran entweder sich verliert oder in die elastische Innenhaut sich fortsetzt. Die venösen Uebergangsgefässe sind auf längere Strecken wenig characteristisch. Das erste, was hier zur Capillarmembran hinzutritt, ist eine äussere, homogene, kernhaltige Lage, die als eine Art Bindegewebe betrachtet werden kann, und während die Kerne der Capillargefässe dichter zusammenrücken, allmälig mit der Membran derselben verschmilzt. Bei Gefässen von 0,01''' sind die innern Kerne schon so zahlreich, dass das Epithelium in ihnen nicht zu verkennen ist, und da nun auch die äussere Lage noch um eine kernhaltige Schicht, die *Adventitia*, sich vermehrt hat, so kann das jetzt deutlich **mehrschichtige** Gefäss (Fig. 280) nun auch Vene genannt werden. — Mithin scheinen die Capillaren durch innere und äussere zu ihnen hinzukommende Schichten in die grösseren Gefässe sich umzuwandeln, während ihre eigene Haut mit denselben verschmilzt und vielleicht in die Faserlage der *Intima* sich fortsetzt.

Ausser den feinsten Capillaren, welche jedoch immer noch Blutzellen, die bekanntlich sehr dehnbar sind, durchlassen, haben ältere Autoren noch feinere Gefässchen angenommen, sogenannte *Vasa serosa*, welche kein rothes Blut mehr, nur

das Plasma desselben durchlassen, eine Annahme, welche von den meisten neuern Autoren verlassen worden ist. Nur *Hyrtl* glaubt noch solche Gefässe in der *Cornea* annehmen zu müssen, weil die Gefässe am Rande derselben, ohne in Venen überzugehen dem Blicke sich entziehen und zu eng sind (beim Menschen injicirt von 0,0009'''), um noch Blutkörperchen zu führen. Er glaubt, dass dieselben noch weiter in *Vasa serosa* sich fortsetzen und vielleicht mit den noch nicht dargestellten Lymphgefässen zusammenhängen. Hiergegen bemerken *Brücke* und *Gerlach*, dass die Hornhautgefässe mit wirklichen Schlingen enden, wornach *Hyrtl's* Angaben als auf unvollständigen Injectionen beruhend erscheinen. Ich kann jedoch mittheilen, dass etwas den *Vasa serosa* der Autoren Entsprechendes in der Hornhaut wirklich vorkommt, indem ich beim Hund von den hier wie überall am Rande derselben befindlichen, Blutkörperchen führenden Endschlingen aus feine und feinste Fäden noch weiter ins Innere sich fortsetzen sah, die netzförmig untereinander zusammenhingen und an den Vereinigungsstellen meist etwas verbreitert waren. Ob diese Fäden ein Lumen und einen Inhalt besassen und mit den Höhlen der wirklichen Capillaren direct communiciren, war nicht zu entscheiden und möchte ich sie daher auch vorläufig noch nicht mit Bestimmtheit für offene Theile des Gefässsystems erklären, dagegen stehe ich nicht im Geringsten an, sie dennoch demselben beizuzählen, denn auch wenn dieselben ohne *Lumina* sein sollten, so wird doch kaum eine andere Deutung möglich sein, als sie von dem beim Neugebornen fast die ganze *Cornea* deckenden Gefässnetz abzuleiten und für obliterirte Capillaren zu erklären. — Sollten diese Hornhautelemente nicht als *Vasa serosa* sich ergeben, so wüsste ich dann beim Erwachsenen keinen Ort, wo solche sich finden, dagegen sind plasmaführende Gefässe während der Entwicklung der Capillaren als vorübergehende Erscheinung überall vorhanden (siehe unten) und ist es daher wohl gedenkbar, dass auch später noch hie und da vereinzelt welche sich finden, wie im Gehirn des Kalbes nach *Henle*, oder vielleicht selbst in grösseren Mengen vorhanden sind, ähnlich wie auch bei den Nervenausbreitungen die Endigungen oft den embryonalen Character beibehalten.

3. Von den Lymphgefässen.

§. 218.

Die Lymphgefässe stimmen mit Ausnahme des Inhaltes so sehr mit den Venen überein, dass eine kurze Darstellung des Baues derselben genügt.

Die capillaren Lymphgefässe, die an den drei Orten, wo man sie bisher mit Sicherheit gesehen hat, im Dünndarm, den Schwänzen der Froschlarven und der Schleimhaut der *Trachea*, theils mit freien Ausläufern, theils mit Netzen beginnen, habe ich beim Menschen in einem einzigen Falle in der Schleimhaut der *Trachea* zu untersuchen Gelegenheit gehabt und ergaben sich dieselben als von einer zarten structurlosen Wand nach Natronzusatz ohne deutliche Kerne gebildet und von 0,003 — 0,005 — 0,01''' Breite (siehe Fig. 235). Aehnlich ist der Bau auch an den einfachen Chylusgefässen der Darmzotten der Säugethiere, nur dass dieselben 0,012 — 0,026''' messen und eine etwas dickere Wand besitzen. Dagegen stimmen die von mir entdeckten Lymphgefässe in den Schwänzen der Batrachierlarven (Figur 288) in dem Vorkommen von Kernen an der Innenseite der hier

Fig. 288.



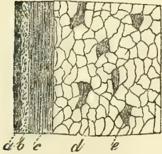
sehr zarten structurlosen Haut vollkommen mit den Blutcapillaren überein, wogegen dieselben durch die Anwesenheit von vielen kürzeren Zacken und Ausläufern von denselben sich unterscheiden. Der Durchmesser der Lymphcapillaren ist hier 0,002—0015''' und haben wie beim Blutgefässsystem selbst die zwei Hauptstämme des Schwanzes einen vollkommen capillaren Bau.

Wie diese Lymphcapillaren in die grösseren Lymphcanäle sich umwandeln, hat noch Niemand gesehen oder wenigstens untersucht. Die feinsten Gefässe, die mir sonst zur Untersuchung kamen, betrugen $^{1}/_{10}$ —$^{1}/_{7}$—$^{1}/_{6}$''' und diese stimmten abgesehen von der Dicke der einzelnen Lagen, vollkommen mit den grösseren von 1 — 1 $^{1}/_{2}$''' überein. Es besitzen diese mittelstarken Lymphgefässe drei Häute. Die *Intima* besteht aus einem Epithel von verlängerten, jedoch kürzeren Zellen und einer einfachen, selten doppelten elastischen Netzhaut mit longitudinaler Faserrichtung, die mit Bezug auf die Stärke ihrer Fasern und die Enge der Maschen mannigfachen Variationen unterworfen ist, jedoch nie starkfaserig oder zu einer wirklichen elastischen Membran wird (nach *Weyrich* fehlt diese Haut in den Lymphgefässen des Mesenterium, wogegen ich dieselbe in denen des *Plexus lumbalis* und der Extremitäten immer vorfand). Dann folgt eine stärkere *Media* aus querverlaufenden glatten Muskeln, mit feinen ebenfalls transversalen elastischen Fasern, endlich eine *Adventitia* mit longitudinalem Bindegewebe, spärlichen Netzen feiner elastischer Fasern und einer grösseren oder geringeren Zahl schief und longitudinal verlaufender glatter Muskelbündel. Diese letzteren fand ich in den Extremitäten noch an Gefässen von $^{1}/_{10}$''' und halte ich dieselben für ein gutes Merkmal, um Lymphgefässe von kleinen Venen zu unterscheiden (siehe meine *Mikr. Anat.* II. pg. 236).

Fig. 288. Capillare Lymphgefässe aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350 mal vergr. *a.* Membran derselben, *b.* Ausläufer, welche dieselbe bildet, *c.* Reste des Inhaltes der Zellen, welche diese Gefässe bilden, in dem Kerne versteckt liegen, *e.* blinde Enden der Gefässe, *f.* ein solches noch ziemlich deutlich als eine Bildungszelle erkennbar, *g.* isolirte Bildungszellen im Begriff mit den wirklichen Gefässen sich zu vereinen.

Der *Ductus thoracicus* weicht von den kleineren Lymphgefässen in einigen Beziehungen ab. Auf das gleichbeschaffene Epithel folgen einige streifige Lamellen und dann eine elastische Netzhaut mit longitudinaler Faserrichtung, doch misst die ganze Intima kaum 0,006—0,01'''. Die 0,025''' dicke *Media* beginnt mit einer ganz dünnen Lage von longitudinalem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und besteht im Uebrigen aus einer transversalen Muskelschicht mit feinen elastischen Fasern. Die *Adventitia* endlich enthält longitudinales Bindegewebe sammt elastischen Fäserchen und einzelne netzförmig zusammenhängende Bündel von Längsmuskeln. — Die Klappen dieses Canales und der Lymphgefässe überhaupt stimmen vollkommen mit denen der Venen überein.

Fig. 289.



Die Blutgefässe der Lymphgefässe verhalten sich am *D. thoracicus* wie an den Venen. — Nerven sind an denselben noch keine gefunden.

§. 219.

Lymphdrüsen. Die Lymphdrüsen, *Glandulae lymphaticae,* weichen von den andern Blutgefässdrüsen, zu denen man sie gewöhnlich stellt, sehr erheblich ab und schliessen sich noch am meisten an die *Peyer*'schen Haufen des Darmes an, ohne jedoch mit denselben ganz übereinzustimmen. Eine jede normale Lymphdrüse zeigt innerhalb einer dünnen, aber derben, aus kernhaltigem Bindegewebe und feinen elastischen Fäserchen gebildeten Hülle ein weiches weissröthliches Parenchym, an dem vor allem drei Elemente, nämlich ein Fasergewebe, eine breiige saftige Pulpa und Blutgefässe ins Auge fallen. Das Fasergewebe aus zum Theil faserigem, zum Theil mehr homogenem Bindegewebe mit einzelnen feinen elastischen Fasern gebildet, stellt bei guter Ausbildung der Drüse, wie sie beim Menschen nicht immer, fast ohne Ausnahme bei Katzen, Hunden, Kaninchen, Ratten etc. vorgefunden wird, eine grosse Zahl von der Hülle ausgehender dünner (von 0,004—0,005''' und mehr) Blätter dar, welche so regelmässig untereinander sich verbinden, dass ein durch die ganze Drüse sich erstreckendes zierliches Fachwerk entsteht, dessen rundliche, $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{3}$''' grosse Räume zwar alle miteinander in offener Communication stehen, doch viel mehr von einander abgeschlossen sind, als dies z. B. mit den Räumen der *Corpora cavernosa* der Fall ist. Da nun alle diese Räume mit der grauweissen Pulpa erfüllt sind, so bietet eine solche Drüse von aussen, zum Theil auch auf Durchschnitten ein grobkörniges, vesiculäres, schon den älteren Anatomen wohlbekanntes Ansehen dar, fast wie die *Peyer*'schen Haufen, indem man eine grosse Zahl hellerer, runder, von schmalen, etwas dunkleren Säumen

Fig. 289. Querschnitt des *Ductus thoracicus* des Menschen, 30 mal vergr. *a.* Epithel, gestreifte Lamelle und elastische Innenhaut, *b.* longitudinales Bindegewebe der *Media*, *c.* quere Muskeln derselben, *d. Adventitia* mit *e.* den longitudinalen Muskeln.

umgebene Körper, wie Follikel, erkennt. Versucht man jedoch diese Gebilde zu isoliren, so sieht man, dass dies nicht geht, vielmehr die sie trennenden Scheidewände immer mehreren gemeinschaftlich angehören, etwa so wie bei den Wandungen der Alveolen der Lungen Erwachsener. Es ist daher trotz der Aehnlichkeit im äusseren Ansehen und, wie wir finden werden, auch im Inhalt, doch ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen den Follikeln der *Peyer*'schen Haufen, auch der Milz, der Tonsillen und den Hohlräumen in den Lymphdrüsen gegeben, weshalb ich auch die letztern als Alveolen bezeichnen will.

Die grauweisse, alkalisch reagirende, die genannten Räume ausfüllende Pulpa stimmt dagegen in fast allem mit derjenigen in den *Peyer*'schen Follikeln überein, und besteht aus einer gewissen Menge Flüssigkeit und sehr vielen geformten Elementen. Die letztern sind theils freie Kerne von 0,002 — 0,003''' meist ohne deutliche Nucleoli, mit homogenem Inhalt, der jedoch durch Wasser sich trübt, theils wirkliche blasse, einkernige runde Zellen, die meisten von 0,003 — 0,004''' mit ähnlichen Kernen, wie sie auch frei sich finden, eine kleinere Zahl grösserer von 0,005 — 0,007''', mit grösseren, oft deutlich bläschenartigen Kernen mit Nucleoli und hie und da einigen Fettkörnchen. Auch mit den Zellen der Lymphe und des Chylus stammen diese Formgebilde zum Theil vollkommen überein, was freilich an und für sich nicht viel bedeutet, da denselben jeder specifische Character abzusprechen ist. Die Aehnlichkeit des Inhaltes der Lymphdrüsenalveolen mit denjenigen der Follikel der *Peyer*'schen Haufen wird dadurch noch vermehrt, dass derselbe, wie ich wenigstens finde und schon an einem andern Orte (*Mikr. Anat.* II. 2. pg. 192) vorläufig mitgetheilt habe, ebenfalls von einem feinen Blutgefässnetz durchzogen ist. Die zahlreichen Blutgefässe der Lymphdrüsen nämlich, die häufig an einer hilusartig vertieften Stelle in das Innere derselben eindringen, vertheilen sich nicht nur, wie bisher allgemein angegeben wird, in den bindegewebigen Scheidewänden, sondern gehen auch, wie ich beim Menschen sehe, in die die Alveolen erfüllende Pulpa ein, um hier, frei zwischen deren Elementen verlaufend, ein feinstes Capillarnetz zu bilden, das mit dem der *Peyer*'schen Follikel die grösste Aehnlichkeit hat, nur im Allgemeinen etwas weiter, häufig auch varicös gefunden wird.

Der schwierigste Theil der Anatomie der Lymphdrüsen ist die Ermittelung des Verhaltens der Lymphgefässe in denselben. Nachdem in der neuesten Zeit die meisten Autoren dahin übereingekommen waren, die *Vasa inferentia* und *efferentia* durch viele anastomosirende, sich windende und verschlingende Gefässe zusammenhängen zu lassen, wobei das eigentliche Parenchym der Drüsen oft ganz in den Hintergrund trat oder vergessen wurde, mehren sich in der allerneusten Zeit die Stimmen, welche die alte schon von *Malpighi* vertheidigte Ansicht, dass die Lymphdrüsen aus einem Aggregat von anastomosirenden Zellen bestehen, in welche die *Vasa afferentia* sich öffnen, aus denen die *Vasa efferentia* hervorgehen, für die richtige erklären und haben namentlich *Ludwig* und *Noll* sich

des bestimmtesten in diesem Sinne erklärt. Was mich betrifft, so geht schon aus der gegebenen Schilderung hervor, dass ich zu denen gehöre, welche in den Lymphdrüsen ein besonderes Drüsenelement annehmen und läugne ich daher des bestimmtesten, dass dieselben nur aus Lymphgefässplexus bestehen. Das Verhalten der Lymphgefässe zu dem drüsigen Bestandtheil oder den Alveolen sammt ihrem Inhalt anlangend, so glaubte ich früher, ohne die Sache einlässlicher untersucht zu haben, gegen die *Ludwig-Noll*'sche Annahme mich aussprechen zu müssen, namentlich desswegen, weil es mir unwahrscheinlich vorkam, dass die Alveolen der fraglichen Drüsen Blutgefässe enthalten und zugleich mit den Lymphgefässen communiciren, und zweitens, weil ich bei Füllung der *Vasa afferentia* und *efferentia* mit milchweissem Chylus nie einen ähnlich gefärbten Inhalt in den Alveolen zu beobachten im Stande gewesen war. Diese Thatsachen haben nun zwar auch jetzt für mich noch nicht an Gewicht verloren, allein dieselben werden nun durch weitere Erfahrungen mehr als aufgewogen, so dass es sehr zweifelhaft erscheint, ob dieselben zu den Schlüssen berechtigen, die ich früher aus denselben ziehen zu können glaubte. Ich finde nämlich, wie *Ludwig*, bei einer bedeutenden Zahl von Injectionsversuchen beim Menschen, Hund (Halsdrüsen) und Ochsen (Lumbardrüsen), dass es nicht möglich ist Lymphgefässe im Innern der Drüsen zu füllen und dass entweder die Masse nur die Verästelungen der *Vasa inferentia* auf den Drüsen röthet, oder wenn sie weiter geht, was bei Thieren leichter, beim Menschen schwer zu erzielen ist, in die Alveolen eindringt und dieselben der Reihe nach erfüllt und durch die *Vasa efferentia* abfliesst. Durch diese Erfahrungen bewogen, möchte ich nun, ohne jedoch ein ganz bestimmtes Urtheil abgeben zu wollen, mich eher auf die Seite *Ludwig's* stellen und eine directe Verbindung der ein- und ausführenden Lymphgefässe läugnen, oder vielmehr die Alveolen der Drüsen als einen eigenthümlich modificirten Theil derselben ansehen. Dieser Auffassung zufolge würde die Lymphe frei in die Alveolen sich ergiessen und in fein zerstreuten Strömchen zwischen den Elementen des Inhaltes derselben hindurchfliessen, was vielleicht auch der Grund ist, warum derselbe nie eine milchweisse Farbe hat. Hierbei könnten von den den Lymphkörperchen so ähnlichen Zellen desselben einige mitgerissen werden und den Grund abgeben, warum der Chylus der *V. efferentia* reicher an geformten Elementen ist, als der Saft der *V. afferentia*, doch bin ich entschieden dagegen, den geformten Inhalt der Alveolen ohne weiteres als der Lymphe angehörig, als Lymphzellen, die hier sich bilden und dann immerfort aus den Drüsen ausgeführt werden, anzusehen. Ich betrachte denselben vielmehr als ein selbständiges stationäres Drüsenelement, das zwar in der innigsten Beziehung zum Chylus steht, aber nicht nothwendig einen Theil desselben ausmacht und ins Blut übergeht. Schreibt man den Lymphdrüsenalveolen die Function zu, unter der Einwirkung der Zellen ihrer Pulpe, welche offenbar in einem beständigen Entwicklungsprocesse begriffen sind, und der von den Blutgefässen in sie ausgeschwitzten Sub-

stanzen eine Umwandlung und Aenderung in dem sie durchfliessenden Lymphsafte zu erzielen, dadurch dass vielleicht die Bestandtheile desselben bildungsfähiger gemacht werden oder Stoffe wie Fibrin demselben neu sich beimengen, so ergibt sich ebenfalls leicht, warum derselbe nach dem Durchtritt durch die Drüsen mehr Zellen bildet als vorher. Auch die bekannten Fälle von weissem Blute, wo Hand in Hand mit einer enormen Vergrösserung der Lymphdrüsen eine ungeheure Zunahme der farblosen Blutzellen stattfindet *(Virchow)*, könnten von dem eben angegebenen Gesichtspunkte gedeutet werden; doch bin ich für mich vorläufig nicht abgeneigt anzunehmen, dass wenn auch kein beständiger und totaler Uebergang der Elemente der Lymphdrüsenpulpe in die Lymphe, der den anatomischen Verhältnissen zufolge (man denke an die Blutgefässe in den Alveolen) ganz unmöglich ist, doch eine etwelche Beimengung derselben aus den den *Vasa efferentia* zunächst gelegenen Alveolen statt hat, so dass die Lymphdrüsen doch wenigstens theilweise als ein Bildungsheerd von Lymphkörperchen erscheinen.

Die Lymphgefässe der Lymphdrüsen besitzen bis an die Drüsen heran alle ihre Häute. Dann aber verlieren sie, indem sie auf den Drüsen baumförmig sich zertheilen und feiner werden, die Muskelhaut und gehen nur mit einer Bindegewebslage mit elastischen Fasern und einem Epithel in die Alveolen über. Die Lymphdrüsen haben auch, wenigstens die grössern, constant einige feine Nervenfädchen mit feinen Fasern, die mit den Blutgefässen eindringen und im Innern dem Blicke sich entziehen. Die von *Schaffner (Zeitschr. f. rat. Med. VII. 177)* erwähnten Ganglien in den Lymphdrüsen habe ich nicht finden können und ist auch die Beschreibung dieses Autors nicht der Art, dass sie viel Zutrauen erweckt.

Der geschilderte Bau der Lymphdrüsen gilt nicht für alle Fälle. Es gibt beim Menschen und bei Thieren kleine und kleinste Drüsen von 3, 2—1, selbst ½''', deren Inneres den alveolären Bau nicht deutlich zeigt, vielmehr trotz einer ziemlichen Zahl auch hier nicht fehlender Faserzüge mehr überall zusammenhängend und gleichartig zu sein scheint. Auch bei grösseren Drüsen ist, namentlich bei gewissen Thieren, nicht selten eine solche Beschaffenheit des Innern vorhanden, welche natürlich die gegebene Darstellung vom Bau der Lymphdrüsen nicht wesentlich alterirt, indem man in solchen Fällen einfach eine geringere Ausprägung der *Septa*, einen innigeren Zusammenhang der einzelnen Pulpatheile vor sich hat.

O. Heyfelder beschreibt neulich (l. c.) in der Lymphdrüsenhülle der Maus, der Ratte und zum Theil des Kaninchens eine vollkommene Muskellage. Auch bei der Fledermaus, dem Hunde, Schafe, Rinde, der Gans, dem Huhn, sollen spärlicher glatte Muskeln vorkommen, am wenigsten beim Menschen. *H.* lässt dieselben auch in die inneren *Septa* übergehen und will beim Kaninchen auf electrische Reizung Contractionen der Drüsen gesehen haben, was mir noch nicht gelungen ist.

Die Lymphdrüsen sind mannigfachen Entartungen unterworfen. Die häufigsten sind Blutergüsse in ihre Alveolen und in Folge derselben Pigmentirungen, die so weit gehen können, dass die Drüsen braunroth, selbst schwarz werden (Bronchialdrüsen), dann Verdickungen ihrer Hülle und der innern *Septa*, Fettablagerungen in ihre Blutgefässe, Hypertrophieen unter gleichmässiger Zunahme aller ihrer Theile, Tuberkulose und Krebs.

4. Vom Blute und der Lymphe.

§. 220.

Alle Theile des Gefässsystems enthalten in ihren Höhlungen einen besonderen Saft, der aus einer Flüssigkeit und vielen geformten Theilchen besteht und nach seiner Farbe, seinem Vorkommen in diesen oder jenen Abschnitten des Gefässsystems und seinen sonstigen Eigenschaften in weisses und rothes Blut, Lymphe oder Chylus einerseits, Blut im engern Sinne andrerseits unterschieden wird. Die Histologie hat nur die Beschreibung der in diesen Flüssigkeiten befindlichen Formelemente, unter denen die Blut- und Lymphkörperchen bei weitem die wichtigsten sind, zur Aufgabe und überlässt die Schilderung der anderweitigen Verhältnisse derselben der Physiologie.

§. 221.

Die Lymphe und der Chylus bestehen wie das Blut aus einem *Plasma*, das ausserhalb der Gefässe gerinnt, und aus geformten Elementen und zwar Elementarkörnchen, Kernen, farblosen Zellen und rothen Blutkörperchen, welche jedoch nicht in allen Theilen dieses Gefässsystems und nicht überall in gleicher Menge zu finden sind. Die Elementarkörnchen sind unmessbar feine Körnchen, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, aus Fett und einer Proteinhülle bestehen und im milchweissen Chylus, dessen Farbe sie allein bedingen, in ungeheurer Zahl enthalten sind, während sie in der mehr farblosen Lymphe entweder ganz fehlen, oder nur spärlich und vereinzelt auftreten. Freie Kerne von 0,001—0,002‴ Grösse und mehr homogenem Ansehen, die durch Wasserzusatz oft bläschenartig und körnig erscheinen, sah ich bisher nur in den Anfängen der Chylusgefässe im Mesenterium und in den *Vasa efferentia* der Mesenterialdrüsen und zwar spärlich, nie im *Ductus thoracicus*, dagegen finden sich die farblosen Zellen, die im Chylus und in der Lymphe vollkommen miteinander übereinstimmen, die Chylus- oder Lymphkörperchen der Autoren, fast überall im Lymphgefässsysteme in bedeutender Menge. Es sind dieselben runde blasse Zellen von der Grösse von 0,0025—0,0055‴,

Fig. 290.

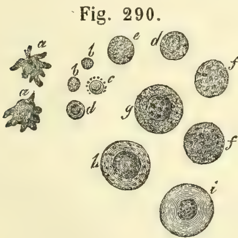


Fig. 290. Elemente des Chylus. *a.* Durch Austritt von Inhalt sternförmig gewordene Lymphkörperchen, *b.* freie Kerne, *c.* ein solcher von einigen Körnchen umgeben, *d e.* kleine Lymphzellen, die einen mit deutlichem Kern, *f g.* grössere Zellen, eine mit sichtbarem Kern, *h.* eine solche nach Zusatz von wenig Wasser, *i.* von Essigsäure.

die in der nativen Flüssigkeit untersucht homogen oder fein granulirt aussehen und einen meist nur undeutlich durchscheinenden, homogenen, leicht glänzenden runden Kern enthalten, bei Wasserzusatz dagegen im Kern und sonstigen Inhalt durch körnige Niederschläge sich trüben und durch Essigsäure ganz durchsichtig und blass werden und die stark granulirten verkleinerten Kerne ungemein deutlich zeigen, auch wohl bersten und ihren Inhalt entleeren, was namentlich bei den kleineren Zellen auch durch Wasser unter vorherigem Austreten von hellen Eiweisströpfchen häufig geschieht. Sonst rufen diluirte Lösungen, da die Lymphzellen schon kugelrund sind, keine sehr merklichen Formveränderungen hervor, wogegen durch Verdunsten der Flüssigkeit und concentrirte Flüssigkeiten eine bedeutende Verkleinerung und häufig auch ein Zackigwerden derselben verursacht wird (Fig. 290 *a*).

Grösse, Menge und Form der Lymphkörperchen verhalten sich je nach den Orten etwas verschieden. In den Anfängen der Chylusgefässe, die zu solchen Untersuchungen vor allem sich eignen, im Mesenterium vor den Lymphdrüsen enthält der Chylus nur wenige, in den kleinsten noch zu erforschenden Mesenterialgefässen häufig selbst gar keine Chyluskörperchen. Wo dieselben da sind, was in den grösseren Stämmchen immer der Fall ist, erscheinen sie meist klein, von 0,002—0,003‴, die kleinen Kerne eng umgebend, manchmal wie durch Aneinanderfügung von Körnchen eben im Entstehen begriffen. Indem der Chylus durch die Mesenterialdrüsen sich bewegt, werden die Zellen immer zahlreicher und grösser, so dass in den Chylusgefässen an der Wurzel des Gekröses (ebenso in den grösseren Lymphstämmen) neben den noch vorhandenen kleineren Zellen auch viele grössere, bis zu 0,0055‴ sich finden. Zugleich tritt hier auch, wenigstens bei Hunden, Katzen und Kaninchen, eine Vermehrung der Lymphkörperchen durch Theilung mehr oder weniger stark hervor, in der Art, dass die grössern Zellen sich verlängern, bis zu 0,006 und 0,008‴ heranwachsen und wenn ihr Kern sich getheilt hat, durch eine ringförmige mittlere Einschnürung in zwei zerfallen. Im *Ductus thoracicus* fehlt dieser Vorgang meist ganz und sind daher die grössern Zellenformen von 0,004—0,0055‴ hier spärlich. Immerhin findet man wenigstens bei Thieren die Zellen in demselben in ihrer grossen Mehrzahl etwas grösser als die Blutzellen, nämlich von 0,0025—0,0035‴, wogegen dieselben beim Menschen, wie wenigstens *Virchow* und ich bei einem Hingerichteten beobachten, ohne Ausnahme kleiner waren (von 0,002‴ im Mittel). Die ohne Essigsäurezusatz nicht wahrzunehmenden Kerne dieser Lymphkörperchen waren meist einfach und rund, hie und da auch eingekerbt hufeisen- oder bisquitförmig, sehr selten wirklich mehrfach. Bei Säugethieren sind Zellen mit durch Essigsäure zerfallenden oder von Hause aus eingeschnürten und mehrfachen (3—5fachen) Kernen, abgesehen von den in Theilung begriffenen, sehr selten, doch findet man dieselben hie und da selbst in grösserer Menge.

Rothe Blutkörperchen habe ich im menschlichen Chylus bei sorg-

fältiger Gewinnung desselben unter normalen Verhältnissen noch nicht gesehen, dagegen finden sich solche bei Thieren fast immer im *Ductus thoracicus* in geringer Menge, ebenso manchmal in der Lymphe gewisser Organe wie der Milz. Da dieselben nicht die geringsten Spuren einer Entwicklung innerhalb der Lymphgefässe zeigen, so halte ich sie für aus den Blutgefässen übergetretene Elemente und zwar bin ich, so lange nicht directe Verbindungen der beiderlei Gefässsysteme in den peripherischen Theilen nachgewiesen sind, der Ansicht, dass dieser Uebertritt in Folge von Zerreissungen feinerer Gefässe mehr zufällig sich macht, welche bei dem eigenthümlichen Bau gewisser Organe, wie der Milz und der Lymphdrüsen sehr leicht sich begreifen, und wie ich bei Froschlarven zeigte, auch direct sich beobachten lassen. — Noch bemerke ich, dass ich nicht selten im Chylus der grösseren Gefässe braune runde Körnchenzellen von 0,004—0,005‴ fand, die mit den aus dem Blute erwähnten vollkommen übereinstimmen und wahrscheinlich aus den Lymphdrüsen stammen.

Den angegebenen Thatsachen zufolge kann es nicht zweifelhaft erscheinen, dass die Lymphkörperchen wie Zellen durch Umlagerung von Membranen um freie Kerne sich bilden, welcher Vorgang einmal in den Anfängen der Lymphgefässe und dann vorzüglich in den *Vasa efferentia* der Lymphdrüsen statthat. Hierzu kommt dann noch die nicht immer vorhandene Vermehrung der Zellen durch Theilung. Die Gesammtmenge der Lymphkörperchen verglichen mit derjenigen der Blutkörperchen ist nicht nur in den mittleren und kleineren Stämmen besonders der Lymphgefässe sehr unbedeutend, sondern lässt sich selbst beim *Ductus thoracicus* auch nicht von ferne mit derselben in eine Linie stellen, und kann man auch hier ohne Verdünnung des Saftes alle seine Elemente mit grosser Leichtigkeit übersehen. Genauere Zählungen sind jedoch noch nicht gemacht und lässt sich nur noch angeben, dass auch hier bedeutende Wechsel sich finden und dass ein milchweisser Chylus durchaus nicht immer auch reich an Körperchen ist.

§. 222.

Vom Blute. Das Blut ist, so lange es in den Adern kreist, eine leicht klebrige Flüssigkeit, an der nur zwei Elemente, die in ihrer Mehrzahl röthlich gefärbten, zum Theil auch farblosen Blutkörperchen, Blutkügelchen, Blutzellen, *Corpuscula s. globuli s. cellulae sanguinis* und die ungefärbte Blutflüssigkeit, *Liquor s. plasma sanguinis*, unterschieden werden, die jedoch ausser Circulation gesetzt durch Festwerden des im Plasma gelösten Fibrins in der Regel vollständig gerinnt und nachher durch Zusammenziehung des geronnenen Bestandtheils in den Blutkuchen, *Placenta*, und das Blutwasser, *Serum sanguinis*, sich scheidet. Jener ist intensiv roth und enthält neben dem Fibrin fast alle gefärbten und die Mehrzahl der farblosen Blutkügelchen und einen Theil der gelöst bleibenden Theile des Plasma, während der andere Theil von diesem sammt einigen farblosen Blutkörperchen das Serum bildet. In

gewissen Fällen, beim Menschen besonders in Krankheiten, senken sich vor der Gerinnung des Blutes die gefärbten Kügelchen mehr oder weniger unter das Niveau der Flüssigkeit und dann hat der Kuchen eine oberflächliche farblose oder weissliche Schicht (Entzündungshaut, *Crusta phlogistica)*, die nur aus geronnenem Fibrin und farblosen Blutzellen sammt der sie tränkenden Flüssigkeit besteht.

Die gefärbten oder rothen Blutkügelchen, auch Blutkügelchen schlechthin, die einzigen Träger des rothen Farbstoffes des Blutes, sind kleine kernlose Zellen von der Form abgeplatteter Linsen, die in so ungeheurer Menge im Blute enthalten sind, dass dieselben ohne Verdünnung desselben mit Serum sich nicht leicht genauer untersuchen lassen und so zu sagen für sich allein das Blut zu bilden scheinen. So wichtig es nun auch wäre, das Verhältniss der Blutkügelchen zum Plasma, ihre Zahl und ihr Volumen genau zu kennen, so sind doch bisher alle Untersuchungen an der Schwierigkeit des Gegenstandes gescheitert und können selbst die neuesten Angaben von *Schmidt*, wonach in 100 Th. Blut des Mannes 47 — 54 Th. feuchte Blutkügelchen sich befinden, nur als approximativ bezeichnet werden. Nur eine Methode kann hier zum Ziele führen, nämlich die directe Zählung der Blutkügelchen in genau bestimmten Quantitäten von Blut und eine möglichst genaue Bestimmung des Volums der einzelnen Blutkörperchen *(Vierordt)*, allein dieselbe ist, wenn sie in der Art angestellt werden soll, dass sie wirklich sichere Resultate gibt, so zeitraubend und mühselig, dass von einer allgemeinen Anwendung derselben leider keine Rede sein kann und man sich damit wird begnügen müssen, für einen oder einige wenige Fälle die Gesammtmenge der Blutkügelchen genau zu erforschen, ein Unternehmen, mit dem *Vierordt* eben beschäftigt ist.

Fig. 291.



Die rothen Blutkügelchen in ihren Einzelheiten genauer verfolgt ergeben folgendes: Ihre Form ist meist die einer biconcaven oder planen kreisrunden Scheibe mit abgerundeten Rändern und daher erscheinen sie dem Beobachter verschieden, je nachdem sie ihre Flächen oder Seiten demselben zuwenden. Im ersten Falle sind sie blassgelbe, kreisrunde Körperchen, an denen die fast immer vorhandene leichte centrale Depression je nach der Einstellung des Mikroskopes bald als ein heller mittlerer Fleck, bald wie ein dunkler centraler Körper sich ausnimmt und zur Verwechslung mit einem Kern Veranlassung geben kann, von der Seite gesehen zeigen sie sich dagegen als dunklere stabförmige Gebilde von der Gestalt einer langgezogenen schmalen Ellipse oder eines Biscuits. Der Zusammensetzung nach besteht jedes Blutkügelchen aus einer

Fig. 291. Blutkügelchen des Menschen. *a.* Von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* geldrollenartig vereint; *d.* durch Wasser kugelrund gewordene, *e.* durch solches entfärbte, *f.* durch Verdunsten geschrumpfte Blutkügelchen.

sehr zarten, aber doch ziemlich festen und zugleich elastischen ungefärbten Zellmembran aus einer dem Faserstoff nahe verwandten Proteinsubstanz und einem gefärbten zähen, vorzüglich aus Globulin und Hämatin gebildeten Inhalt, der beim Erwachsenen keine Spur von geformten Theilchen von Körnern oder einem Zellenkern enthält, und sind dieselben mithin Bläschen, wesshalb auch der Name Blutzellen vorzuziehen ist. Die Elasticität, Weichheit und Nachgiebigkeit ihrer Hülle ist so bedeutend, dass dieselben das Vermögen erhalten, auch Gefässen, die enger sind als ihr Durchmesser, sich anzupassen, und, wenn sie durch Druck unter dem Mikroskop verlängert und abgeplattet oder sonst in ihrer Gestalt alterirt sind, wieder ihre frühere Form anzunehmen. Zu dem erstern sind die Blutkügelchen um so eher befähigt, als ihre Oberfläche vollkommen glatt und schlüpfrig ist, so dass sie leicht an den ebenso beschaffenen Wänden auch der engsten Capillaren dahin gleiten.

Die Grösse der Blutkügelchen ist bei verschiedenen Individuen Veränderungen unterworfen, die in Berücksichtigung der Kleinheit der Körperchen, um die es sich handelt, nicht ganz unerheblich sind. Als allgemeine mittlere Grösse geben die genauesten Untersucher *Harting (Rech. micrometr.)* nach Messungen frischer Blutkörperchen 0,0033‴ (1/300‴) Breite und 0,00062‴ Dicke, und *Schmidt* in Folge der Bestimmung getrockneter Blutkügelchen 0,0035‴ Breite an, während nach dem erstern die mittlere Breite bei verschiedenen Individuen 0,0028—0,0036‴, nach *Schmidt* 0,0032—0,0035‴ beträgt, mit welchen Zahlen auch die der andern bessern Beobachter im Wesentlichen stimmen. Die von *Harting* bei den einzelnen Individuen gefundenen Differenzen zwischen den Extremen betragen für die Breite 0,0010—0,0017‴, für die Dicke 0,00009—0,0005‴, und die gefundenen Extreme überhaupt 0,0020—0,0040‴ und 0,0005—0,0009‴, und *Schmidt* gibt an, dass in 100 Theilen Blut 95—98 Blutkörperchen von gleicher Grösse sind. — Ueber die Grösse der Blutkügelchen bei einem und demselben Individuum lässt sich wohl im Allgemeinen angeben, dass dieselbe nothwendig in verschiedenen Zeiten verschieden sein und namentlich mit dem wechselnden Concentrationsgrade des Blutplasma steigen und fallen muss, doch fehlen hierüber fast alle und jede genaueren Untersuchungen. Nur *Harting* gibt an, dass die Blutkörperchen desselben Mannes in einem Zwischenraum von drei Jahren gemessen, dieselbe mittlere Grösse darboten, während dieselben bei dem gleichen Individuum nach einer reichlichen Mahlzeit ein etwas kleineres (um 0,00013‴) Mittel und bedeutendere Extreme gaben. — Ueber die Zahl der Blutkügelchen fehlen, wie schon bemerkt, bestimmte Anhaltspunkte ganz und ist zu gewärtigen, welche Resultate *Vierordt's* Untersuchungen ergeben werden. Immerhin kann aus den bisherigen Mittheilungen über den Gehalt der Blutkügelchen an festen Bestandtheilen so viel im Allgemeinen erschlossen werden, dass dieselben beim männlichen Geschlechte in grösserer Menge sich finden als beim weiblichen, ferner dass sie nach wiederholten Aderlässen, zur Zeit der Schwangerschaft,

nach längerer Nahrungsentziehung sich an Zahl verringern, ebenso in gewissen Krankheiten, wie bei der Chlorose und Anämie, viel spärlicher gefunden werden als sonst. Hiermit sind jedoch sicherlich die möglichen Schwankungen noch keineswegs erschöpft und ist wohl kaum zu bezweifeln, dass bei jedem Individuum je nach dem Zustande der Einnahmen und Ausgaben die Menge der Blutzellen vielen, selbst täglichen Schwankungen unterliegt, deren genaue Ermittlung noch zu erwarten ist. — Das Volumen der Blutzellen berechnet *Harting*, indem er sie als kurze Cylinder ansieht, für eine Zelle zu 0,0763 Kubikmillimeter, und das Gewicht, in dem er ihr specifisches Gewicht dem des Wassers gleich setzt, weil er von der centralen Depression derselben abstrahirt, zu $^1/_{13.114.000}$ Milligramm. Nimmt man mit *Schmidt* den Gehalt des Blutes an Körperchen zu 50 % und die ganze Blutmenge zu 10 Kilogramm an, so gibt dies ein Totale der Blutzellen von 65 Billionen 570,000 Millionen. Nach *Schmidt* ist das specifische Gewicht der Blutkügelchen bei Männern 1,0885—1,0889, bei Frauen 1,0880—1,0886, welche Zahlen mit seinen Angaben über die Mengen der Blutkügelchen stehen und fallen. Verglichen mit den übrigen Blutbestandtheilen, so sind die Blutkügelchen schwerer als das Serum und das Plasma. In ersterem und in defibrinirtem Blut bilden sie beim Stehen einen rothen Bodensatz, während sie im letztern wegen der raschen Gerinnung desselben in der Regel nicht dazu kommen, unter das Niveau der Flüssigkeit zu treten. Dieses Sichsenken der Blutzellen, das je nach ihrer eigenen Dichtigkeit und derjenigen des Fluidums, in dem sie suspendirt sind, langsamer oder rascher eintritt, kann noch befördert werden durch das Aneinanderkleben derselben, das besonders in entzündlichem Blute zu beobachten ist, in dem wegen des raschen Niederfallens der Blutzellen ein Theil des Blutes farblos gerinnt, jedoch auch in ganz gesundem Blut vorkommt und zwar ganz constant in Tröpfchen, die man durch kleine Verletzungen der Haut erhält, häufig auch im Blut von Aderlässen. Die Blutkügelchen legen sich in solchen Fällen mit ihren platten Flächen aneinander und bilden wie Säulchen oder Geldrollen, an deren Seiten dann wieder andere solche sich anlegen können, so dass oft ganz complicirte ästige Figuren und selbst Netze entstehen, welche das ganze Gesichtsfeld überziehen (Fig. 291 *c*).

Ausser den farbigen Elementen finden sich im Blut noch eine gewisse Zahl farbloser und zwar zweierlei Art: Elementarkörnchen fettiger Natur und wirkliche Zellen. Die ersteren, die mit denen des Chylus vollkommen übereinstimmen (siehe §. 221), finden sich in sehr wechselnder Zahl, bald sehr spärlich oder gar nicht, bald in grösserer, selbst ungeheurer Zahl, so dass sie dem Serum eine weissliche, selbst milchweisse Farbe ertheilen. Nach allem was wir wissen, müssen sich dieselben jedesmal, wenn durch den Chylus Fett ins Blut übergeführt wird, finden, also auch bei ganz gewöhnlicher Nahrung 3—6 Stunden und länger nach der Aufnahme derselben, scheinen jedoch in vielen Fällen während der Lungencirculation zu schwinden, indem wenigstens *Nasse* (cf. *Nasse*, *Wagn.*

Handw. I. pg. 126) u. A. bei gesunden Leuten im Körperblut dieselben stets vermissten, was ich selbst für mein Blut bestätigen kann. Dagegen scheint bei Pflanzenfressern, bei Gänsen und bei säugenden Thieren das Vorkommen dieser Moleküle constant und bei Schwangern und nach reichlichem Milch- oder Branntweingenuss, ebenso bei Hungernden (in Folge des resorbirten Körperfettes) wenigstens sehr häufig zu sein. — Die farblosen Zellen oder farblosen Blutkörperchen stammen aus dem Chylus und können daher auch Chylus- oder Lymphkörperchen des Blutes heissen. Dieselben sind zum Theil einkernig und stimmen mit den kleinen zelligen Elementen des Chylus vollkommen überein (siehe den vorigen §.) zum Theil mehrkernig und von 0,005''' mittlerer Grösse, in welchem Falle sie den Eiterkörperchen meist so sehr gleichen, dass es ganz unmöglich ist, die beiderlei Gebilde von einander zu unterscheiden. Die grösseren Körperchen sind selten so granulirt wie die kleineren, meist ziemlich homogen, oft mit hellem Inhalt, so dass ihre 2 oder 3 rundlichen kleinen Kerne ohne weiteres durchscheinen. Ist dies nicht der Fall, so bringt auf jeden Fall Essigsäure oder Wasser unter Aufhellung des Inhaltes, der auch hie und da aus den berstenden Zellen in Tröpfchen austritt, die Kerne deutlich zum Vorschein, wobei dieselben wenigstens durch das erstere Reagens nicht selten noch weiter zerfallen und in unregelmässig eingekerbte und eingeschnürte Körperchen übergehen oder selbst in eine grössere Zahl 4, 5, 6 und mehr kleinere Körner sich auflösen und zugleich gelblich sich färben, während die Zellmembranen allmählig vergehen. Die sonstigen Reactionen dieser farblosen Blutkörperchen sind die gewöhnlichen indifferenter Zellen, und was ihre Menge anlangt, so ist dieselbe, verglichen mit der der Blutkörperchen, sehr gering, jedoch nicht immer dieselbe, sondern von der Energie der Ernährung abhängig, und daher bedeutender, wenn nach einer reichlichen Mahlzeit viel Chylus ins Blut getreten ist. — Einen bestimmten Ausdruck für ihre Zahl anzugeben, ist ohne ganz genaue Zählungen angestellt zu haben unmöglich, doch ist so viel sicher, dass die gewöhnlichen Angaben, dass auf 10 farbige ein farbloses Körperchen komme, ganz unrichtig sind. Ich finde mit *Henle* und *Donders,* dass dieselben viel spärlicher sind und bin der Ansicht, dass letzterer, wenn er mit *Moleschott* auf 2000 farbige 5,1 farblose Körperchen rechnet, von der Wahrheit nicht viel sich entfernt. Nach Mahlzeiten fanden diese Autoren die Zahl der letzteren auf 6,2 erhöht, wogegen sie bei hungernden Thieren, wie auch *Heumann* bei Tauben sah, dieselben

Fig. 292.



Fig. 292. Farblose Blutkörperchen oder Lymphkörperchen des Blutes. *a b.* Kleinere Zellen, wie sie auch im *Ductus thoracicus* sich finden, von der Fläche *(a)* und von der Seite *(b)*, *c c.* dieselben mit sichtbarem Kern, *d d.* grössere Zellen mit von Haus aus mehrfachen Kernen, *e e e.* dieselben nach Essigsäureeinwirkung mit zerfallendem oder zerfallenem Kern.

an Menge abnehmen und nach langem Hungern wenigstens bei Fröschen ganz verschwinden sahen. Sehr bemerkenswerth ist ihre nicht nur relative, sondern selbst absolute Vermehrung nach Aderlässen, die bei Pferden, freilich nach colossalen Blutentziehungen (bis zu 50 Pfund), so weit gehen kann, dass die farbigen und farblosen Körperchen gleich zahlreich erscheinen. — Die farblosen Blutkügelchen sind leichter als die farbigen und finden sich daher auch zahlreicher in den obern Schichten von stehendem geschlagenem Blut oder des Blutkuchens. Besitzt dieses eine Speckhaut, so enthält dieselbe immer eine grosse Menge solcher Körperchen vor allem dann, wenn ihre Zahl im Blut durch vorangegangene Aderlässe vermehrt wurde, so dass sie in solchen Fällen selbst die Hälfte der Speckhaut ausmachen können *(Remak, Donders)*. Ihr geringes Senkungsvermögen wird noch dadurch vermehrt, dass dieselben, obschon mit unebener Oberfläche versehen und zum Aneinanderkleben geneigt, in der Regel doch keine grösseren Haufen und nie Geldrollen bilden.

Verhalten der Blutkörperchen in verschiedenen Blutarten. So sehr empfindlich auch die Blutzellen ausserhalb des Körpers gegen verschiedene Reagentien sind, so constant scheinen sie innerhalb desselben, wenigstens was ihre Form betrifft, sich zu verhalten, so dass nicht nur innerhalb der Grenzen des physiologischen Zustandes keine nennenswerthen und gleichbleibenden Differenzen derselben im Arterien- und Venenblut und in den Blutarten der verschiedenen Organe aufzufinden sind, sondern auch in den verschiedensten Krankheiten keine sichtbaren Alterationen sich ergeben. Und doch ist nicht zu bezweifeln, dass wie die Farbe und chemische Zusammensetzung der Blutzellen, so auch ihre Formen gewissen Schwankungen und Aenderungen unterworfen sind, je nachdem das Blut concentrirter oder diluirter, an diesen oder jenen Salzen und andern Substanzen reicher oder ärmer ist, allein diese Formenwechsel sind so geringfügig, dass es nicht zum Verwundern ist, dass man dieselben noch nicht mit Sicherheit zu erkennen im Stande war. Ich wenigstens muss wie *Henle* des bestimmtesten mich dahin aussprechen, dass alle jene ausgezeichneten Formen, die zackigen Blutkörperchen einerseits und die verkleinerten kugelrunden, gefärbten oder erblassten im kreisenden Blute niemals sich finden. Uebrigens wird es vielleicht noch gelingen auch geringere Grade der Abplattung und des Aufgequollenseins zu erkennen, nur muss man bei solchen Untersuchungen nie vergessen, wie schnell die Blutkörperchen ihre Formen ändern und nicht einen erst ausserhalb des Organismus entstandenen Zustand für einen natürlichen halten. — Mehr als die Formen scheinen die Mengenverhältnisse der Blutzellen zu variiren. Was die gefärbten anlangt, so sind dieselben im Venenblut etwas zahlreicher als in den Arterien. Unter dem Venenblut steht dasjenige der Lebervenen obenan, das nach *Lehmann* viel mehr Blutzellen enthält als das Pfortaderblut und auch das an solchen etwas reichere Blut der Jugularvenen übertrifft. Die farblosen Blutzellen sind, wie ich und *Funke* gefunden haben, im Milzvenenblut in

sehr grosser Menge vorhanden und zwar bald mehr als einkernige Zellen, bald als mehrkernige, ebenso nach *Lehmann* im Lebervenenblut, in welchem dieselben durch ihre sehr verschiedene Grösse sich auszeichnen (siehe §. 223), was ich in vielen Fällen, doch lange nicht immer ebenso gesehen habe, jedoch nicht für einen ausschliesslichen Character des Lebervenenblutes halten kann, indem ich auch im Pfortaderblut, wie *Lehmann* in einem Falle, dann im Lungenvenenblut dieselbe Menge von farblosen Zellen bei ganz gesunden Thieren fand. Auch sonst sind im Venenblut die farblosen Zellen häufiger als im Arterienblut *(Remak)*. In der *Cava superior* und *Vena iliaca* des Hundes sah *Zimmermann* dieselben einkernig, in der *Cava inferior* mehrkernig.

Ueber den Einfluss verschiedener Reagentien auf die Blutkügelchen ist schon viel experimentirt worden, jedoch sind die erhaltenen Resultate zum Theil von sehr geringer Bedeutung und führe ich daher hier, vorzüglich nach eigenen Untersuchungen der Blutkügelchen des Menschen nur dasjenige an, was dazu dienen kann, ihre anatomischen und physiologischen Verhältnisse aufzuklären. Wasser macht die Blutkügelchen zuerst kugelrund und wegen Abnahme des Breitendurchmessers bei Zunahme der Dicke kleiner (von 0,002—0,0024'''), was am schönsten an säulenartig vereinten Körperchen zu beobachten ist. Dann wird meist ohne weitere Veränderung der Grösse und langsam, bald plötzlich und mit einem ruckweisen Aufquellen derselben der Farbstoff und sonstige Inhalt derselben ausgezogen, so dass die Blutflüssigkeit dunkelroth sich färbt, die Körperchen dagegen als farblose und so blasse Bläschen oder Ringe erscheinen, dass sie oft äusserst schwer aufzufinden sind. Doch kann man dieselben durch Zusatz von Jodtinctur, welche dieselben gelblich färbt, oder von Salzen (Kochsalz, Salpeter etc.), von Gallus- und Chromsäure, welche dieselben verkleinern und schärfer contourirt machen, leicht deutlich zur Anschauung bringen und sich so überzeugen, dass Wasser dieselben keineswegs löst, oder zerstört. Immer widerstehen einzelne Blutkügelchen dem Einflusse des Wassers länger und sind noch gefärbt, während alle andern schon ihren Farbstoff abgegeben haben, doch ist noch unausgemacht, ob dieselben, wie gewöhnlich angenommen wird, als jüngere Bildungen anzusehen sind, oder als ältere. Für das letztere scheint zu sprechen, dass ältere Zellen überhaupt festere Membranen haben als jüngere und dass auch die Blutkörperchen, wenn sie ausserhalb der Circulation, z.B. in extravasirtem Blut, ihrem Schicksal überlassen bleiben, mit der Zeit immer resistenter werden, doch ist zuzugeben, dass vorläufig weder nach der einen, noch nach der andern Seite der Entscheid gegeben werden kann. Aehnlich wie Wasser, nur meist kräftiger und selbst zerstörend wirken noch viele andern Substanzen, namentlich Säuren und Alkalien, jedoch nicht alle mit derselben Energie. Dem Wasser sehr ähnlich wirken Gallussäure, Holzessig, *Aqua chlorata*, eine wässerige Jodlösung, Schwefeläther, Chloroform. In den erstern drei bleiben die Blutkügelchen als deutliche blasse Ringe zurück, während sie in Schwefeläther augenblicklich zu den zartesten blassesten Ringen von ⅓ — ¼ der früheren Grösse sich umwandeln, welche in dem zugleich entstehenden feinkörnigen Coagulum nur schwer zu sehen sind, jedoch durch Zusatz von Salzen (Salpeter z. B.) etwas deutlicher werden. Von einer wirklichen Auflösung der Zellen sah ich nichts. Chloroform wirkt ebenso nur langsamer und werden die Körperchen zuerst merklich kleiner und glänzend gelb. — Essigsäure von 10% macht die Körperchen augenblicklich ungemein blass, so dass sie kaum mehr wahrzunehmen sind, doch lösen sich dieselben keineswegs auf, sind vielmehr noch nach mehreren Stunden als zarte Ringe zu sehen. Eine 20% Lösung wirkt schon energischer und in *Acid. aceticum glaciale* lösen sich in dem schmierigen und braunen Blut in Zeit von zwei Stunden die Zellen gänzlich auf. Concentrirte Schwefel-

säure macht das Blut schwarzbraun. Die Körperchen sind blass und, obschon noch etwas gefärbt, kaum zu erkennen, weil ihre Contouren ineinander verschwimmen. Durch Zusatz von Salpeter oder Wasser, welches letztere einen weissen Niederschlag erzeugt, werden dieselben wieder deutlich als kleine mattgelbe runde Körperchen. Nach einigen Stunden Einwirkung der Säure ist alles gelöst. — Concentrirte Salzsäure, die das Blut braun macht und einen weissen Niederschlag erzeugt, verkleinert beim langsamen Zufliessen die meisten Zellen und macht viele im Innern körnig, erzeugt auch an einigen Risse, so dass der Inhalt in Gestalt eines blassen Streifens, der wie ein Stiel des Körperchens sich ausnimmt, heraustritt, dann erblassen alle, so dass man sie ohne Zusätze von Salzen kaum mehr sieht. Nach einigen Stunden sind viele derselben gelöst, doch widerstehen einzelne länger. Salpetersäure färbt concentrirt das Blut olivenbraun, die Körperchen grünlich. Letztere sind runzelig, aber nicht kleiner und zum Theil in dem sich bildenden Coagulum eingeschlossen, zum Theil frei und über demselben gelegen. Von einer Auflösung ist nach mehreren Stunden noch nichts wahrzunehmen, doch tritt dieselbe nach 1 Tage ein. Von Alkalien wirkt Kali am stärksten. Eine 10% Lösung macht das Blut schwarz und löst die kugelrund und kleiner werdenden Blutzellen alle auf der Stelle auf. Aehnlich verhält sich auch eine Lösung von 20%, nur bleiben einzelne Zellen noch einige Zeit als blasse Ringe zurück, wogegen eine concentrirte Solution von 2 Theilen Kali auf 1 Theil Wasser die Körperchen nicht angreift, ausser dass sie dieselben ungemein verkleinert, wobei sie entweder kugelrund bleiben oder zackig und faltig werden. Das Blut als Ganzes erhält durch diese Solution ein Coagulum und anfänglich eine ziegelrothe, dann eine hell braunrothe Farbe. Durch nachherigen Wasserzusatz vergrössern sich die Blutkügelchen wie sonst in keinem Reagens bis zu 0,006‴, indem sie meist platt bleiben und vergehen dann wie in diluirten Kalilösungen. *Natron causticum* und *Ammonium caust.* von 10% verhalten sich wie die entsprechende Kalilösung, nur ist die Wirkung etwas schwächer, dagegen wirkt *Natron caust. concentr.* (1½ Theil auf 1 Theil Wasser) ganz wie *Kali conc.* — Dieselbe Erscheinung der Verkleinerung der Blutzellen, die schon einige der bisher besprochenen Stoffe darboten, zeigt sich nun noch in vielen andern Fällen und lässt sich auf die Entziehung von Substanzen, Wasser vor allem, aus den Blutzellen zurückführen, indem es immer concentrirte Lösungen sind, die so wirken. Fast immer wird auch in diesen Fällen, weil die Blutkügelchen von mehr Punkten aus das Licht reflectiren, die Blutfarbe heller, meist ziegelroth. Schon die einfache Concentration des Blutplasma durch Verdunsten macht die Blutzellen mehr oder weniger einschrumpfen, wobei sie entweder zu runden, 0,001—0,002‴ grossen, dunkeln, glänzenden Kügelchen oder zu gezackten sternförmigen Körpern, oder endlich zu verschiedentlich verbogenen und gefalteten Plättchen werden. Ebenso wirken alle concentrirteren Lösungen von Metall- und andern Salzen, wenn sie nicht, wie z. B. Höllenstein, gleich zerstörend eingreifen. Die Reactionen besonders der im Blute befindlichen löslichen Salze haben *Donders* und *Moleschott* genau verfolgt und gefunden, dass dieselben concentrirt (1 Th. Salz, 7 Th. Wasser) einem gleichen Volumen Blut beigefügt alle die Blutzellen verkleinern und das Blut röthen und zwar ist die Wirkung auf die Zellen am geringsten beim Chlornatrium und Chlorkalium, schon bedeutender beim phosphorsauren und kohlensauren Natron und salpetersauren Kali, am stärksten beim schwefelsauren Natron und Kali. Diluirt (1 Th. Salz auf 14 Th. Wasser) färben alle diese Salze das Blut dunkel weinroth, rufen ein Aufquellen und Erblassen der Blutzellen hervor und lösen dieselben nach 4—5 Stunden vollkommen auf, wobei die Natronverbindungen, abgesehen vom Kochsalz, das keine Zerstörung der Zellen bedingt, sich kräftiger erweisen als die Kalisalze. — Aehnlich wie bei concentrirten Salzen finde ich auch die Veränderung bei Zusatz von Alcohol, Jodtinctur, Chromsäure und Creosot, von denen die beiden erstern die Blutkügelchen einfach kleiner und runzelig, die letztern auch noch im Innern körnig machen. Besonders ausgezeichnet ist in dieser Beziehung das Creosot, das die Blutkügelchen

zum Theil zu ganz dunklen, selbst fettartig glänzenden granulirten und homogenen Körnern und Kugeln umwandelt, zum Theil auch zu sehr schönen, selbst polygonal sich abflachenden hellen Bläschen erblassen macht. — Als sehr wichtig ist endlich noch der Einfluss des Sauerstoffes und der Kohlensäure auf die Blutzellen zu erwähnen, welche durch Aufnahme in das Innere derselben sowohl im Körper (in den Lungen- und Körpercapillaren) als auch bei ausserhalb desselben angestellten Experimenten ihre bald hellere, bald dunklere Färbung erzeugen. Dies geschieht ohne die Form derselben zu ändern *(J. Müller* und *Todd-Bowman* gegen *Nasse* u. *Harless)* und kann man den Versuch viele Male hintereinander abwechselnd mit demselben Blut anstellen, ohne die Blutkörperchen irgendwie zu alteriren *(Magnus, Bischoff, de l'Espinasse* und *Renemann contra Harless)*. Aehnlich wie auf die Blutkörperchen wirken die genannten Gase auch auf den isolirten Blutfarbstoff *(Magnus, Marchand)* und ist wahrscheinlich keine chemische Veränderung des Hämatins an dem Farbenwechsel schuld, sondern eine physikalische Einwirkung eigenthümlicher Art, welche in ähnlichen Farbenänderungen anderer Flüssigkeiten durch Absorption von Gasen ihr Analogon findet.

Blutkörperchen der Thiere. Die kernlosen Blutkörperchen der Säugethiere weichen in der Form von denen des Menschen nicht ab, nur die des Kamels und Lamas sind oval und 0,0038''' lang; meist sind dieselben kleiner als beim Menschen, beim Hund 0,0031''', Kaninchen, Ratte 0,0028''', Schwein 0,0027''', Pferd und Rind 0,0025''', Katze 0,0024''', Schaf 0,0022''', am kleinsten (0,00094''') beim Moschusthier, selten grösser (von 0,005''') wie beim Elephanten. Alle niederen Wirbelthiere haben fast ohne Ausnahme ovale kernhaltige Blutkörperchen von der Form von Kürbiskernen. Die der Vögel betragen von 0,004—0,008''' Länge und haben mehr rundliche Kerne, die der Amphibien messen zwischen 0,008—0,025''' Länge, haben runde und ovale Kerne und sind am grössten bei den nackten Amphibien (Frosch 0,011—0,013''' Länge, 0,007—0,008''' Breite, Proteus 0,025''' Länge, 0,016''' Breite, Salamandra 0,02''' Lg.), die der Fische endlich haben meist 0,005—0,007''' Länge, nur die der Plagiostomen messen 0,01—0,015''', die von Lepidosiren 0,020''' Länge, 0,012''' Breite. Die von Myxine und Petromyzon sind 0,005''' gross, rund und schwach biconcav. Amphioxus hat keine Blutkörperchen. — Die Blutkörperchen der Wirbellosen gleichen den farblosen Zellen des Blutes der höhern Thiere und sind fast immer ungefärbt.

Fig. 293.



Als aussergewöhnliche Bestandtheile des Blutes sind hier noch folgende zu erwähnen: 1) Zellen, welche Blutkörperchen einschliessen, von *Ecker* und mir im Blut der Milz und Lebergefässe und auch sonst im Blute gesehen (s. meine *Mikr. Anat.* II. 2, pg. 269 flgde.); 2) pigmentirte und farblose Körnchenzellen von mir, *Ecker*, *Meckel*, *Virchow* und *Funke* beobachtet, namentlich bei Wechselfiebern und Milzleiden (l. c.); 3) blasse, feingranulirte rundliche Haufen, im Blut der Milzvene, *Funke;* 4) eigenthümliche concentrische Körper von der 3—4fachen Grösse der farblosen Blutkörperchen, ähnlich denen der Thymus (cf. *Henle Zeitschr. f. rat. Path.* Bd. VII. pg. 44) von *Hassall* in fibrinösen Gerinnseln des Herzens gefunden; 5) Eiterkörperchen ähnliche Zellen bei Milztumoren und weissem Blut, *Virchow*; dieselben finden sich in ungeheuren Mengen, können jedoch den Formen nach durchaus nicht von den farblosen Blutkörperchen getrennt werden; 6) geschwänzte blasse oder pigmentirte Zellen *(Virchow Arch. II.)*. — Hier sind auch noch zu erwähnen die im Blute ausserhalb des Körpers oder beim Stocken der Circulation sich bildenden Formelemente, die Fibringerinsel und Krystalle. Erstere erscheinen in Blutcoagulis meist in

Fig. 293. 1. Blutzellen des Frosches, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* durch Wasser entfärbt. 2. Blutzellen der Taube, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite.

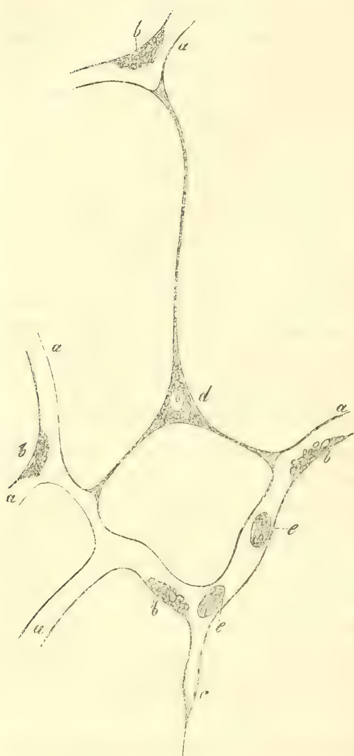
Gestalt feiner, ungemein dicht verfilzter Fäserchen von unregelmässigem Verlauf, hie und da als stärkere, 0,001—0,003''' breite, mehr gerade und überall gleichbreite Fasern, seltener nebenbei in Form von Plättchen, ähnlich den Epidermisschüppchen (Faserstoffschollen, *Nasse)*. Krystalle von rother Farbe in normalem Blut habe ich im Jahr 1849 *(Zeitschr. für wiss. Zool. I. pg.* 266, *Todd's Cyclop. of Anat.* Art. *Spleen, pg.* 792 und *Mikr. Anat.* II. pg. 280) im Blut des Hundes, von Fischen und einem Python aufgefunden und zwar theils innerhalb der Blutkügelchen, theils frei im Blute, namentlich der Milz und Leber. Namentlich das erste Vorkommen schien mir zu beweisen, dass dieselben schon während des Lebens im Blute vorhanden sind und aus einer dem Hämatin und Hämatoidin *(Virchow)* verwandten Substanz bestehen, doch zeigte ich auch, dass dieselben in Essigsäure, Salpetersäure und caustischen Alkalien sich lösen, mithin mit dem Hämatoidin nicht identisch sind. In der neuesten Zeit hat *Funke*, ohne von meinen Erfahrungen zu wissen, diese Krystalle selbständig im Blute des Pferdes, Hundes, des Menschen und der Fische aufgefunden und sehr sorgfältige Untersuchungen über dieselben angestellt *(De sanguine venae lienalis Lips.* 1851, auch in *Henle's Zeitschr. N. Folge, Bd. I. pg.* 172, und *Neue Beob. ü. d. Krystalle d. Milzvenen- u. Fischblutes, Ibid. II. pg.* 199), aus denen mit Sicherheit hervorgeht, dass diese Krystalle ausserhalb des Körpers entstehen. Mit Bezug auf die Einzelnheiten ist auf die angegebenen Arbeiten zu verweisen und hebe ich nur noch hervor, dass die Krystalle am leichtesten sich bilden, wenn man einen mit einem Deckgläschen bedeckten Blutstropfen etwas eintrocknen lässt und dann eine kleine Menge Wasser zusetzt, ferner dass nicht nur das Milzvenenblut, wie es anfangs schien, sondern auch andere Blutarten des Menschen (ich kann in meinem venösen Blute Krystalle erhalten) und vieler Thiere Krystalle bildet. Dieselben sind rothe oder blasse Nadeln, Säulen, Tafeln, wahrscheinlich dem rhombischen System angehörend *(Funke)*, auch Tetraëder (beim Meerschweinchen, *Lehmann, Funke)* und zeichnen sich durch ihre geringe Beständigkeit aus, indem sie an der Luft vergehen, im Wasser leicht löslich sind (die von mir in Blutkörperchen des Hundes gesehenen leisteten dem Wasser Widerstand, doch glaube ich nicht, dass dieselben anderer Art waren, und möchte ich dies eher der grösseren Resistenz der Blutkügelchen selbst zuschreiben), ebenso in Essigsäure, Alkalien und Salpetersäure. *Funke* glaubt, dass dieselben aus dem eiweissartigen Inhalt der Blutzellen in Verbindung mit Hämatin bestehen und stützt sich bei dieser Annahme besonders auf ihre Menge, ihr Vorkommen in Blutzellen, ihre von ihm beobachtete Bildung aus Haufen von Blutzellen, ihr Mangel im Blutserum, ich kann jedoch diese Hypothese noch nicht als vollkommen gesichert ansehen und scheint es mir, dass es noch mehr Beweise bedarf, bevor wir die Existenz von Krystallen aus den genannten Substanzen annehmen dürfen, um so mehr, da im Blut auch häufig farblose Krystalle ganz unabhängig von den Blutzellen sich bilden, ferner *Robin* und *Verdeil* auch aus dem Blutserum Krystalle erhalten zu haben behaupten und die Menge der Krystalle durchaus nicht gegen die Annahme, dass dieselben aus einem Salze des Blutes, das von Hämatin nur tingirt wäre, spricht, da man ja am Faserstoff sehen kann, dass es nicht viel einer Substanz braucht, um einen grossen Raum einzunehmen.

§. 223.

Physiologische Bemerkungen. Die Entwicklung der Blutgefässe geht bei dem Herzen, den Arterien und Venen, wesentlich nach demselben Typus vor sich. Alle diese Gefässe und selbst das Herz legen sich als solide Zellenstränge von grösserer oder geringerer Stärke an, bekommen dann durch Verflüssigung ihres Innern und Umwandlung ihrer centralen Zellen in Blutkügelchen, Höhlungen, welche bald zu-

sammenfliessen und eine vollständige Blutbahn bilden. Haben Gefässe und Herz einige Zeit in diesem Zustande von Zellenschläuchen, in welchem das letztere übrigens schon Contractionen vollführt, verharrt, so beginnen die Zellen ihrer Wände mit Ausnahme der innersten, in Fasern sich zu verlängern und die verschiedenen Fasergewebe und Häute derselben darzustellen. Hierbei verdicken sich die Gefässe zugleich und nehmen an Umfang zu, was anfangs noch auf eine Zunahme ihrer Zellen an Zahl zu setzen ist, später aber vorzüglich, ja selbst einzig und allein durch Längen- und Dickenzunahme ihrer Elemente zu Wege gebracht wird. Im 5. Fötalmonate sind alle grösseren und mittelstarken Gefässe in ihren Häuten und Geweben angelegt und ist es unmöglich von Bildungszellen noch etwas zu sehen, dagegen erscheinen die Gewebe bei weitem noch nicht fertig, vielmehr die Muskelfasern kurz und zart, statt der starken elastischen Fasernetze nur feinere und feinste Fäserchen und an der Stelle der elastischen Membranen selbst nur Lagen mehr oder weniger verschmolzener, spindelförmiger Zellen. Nur die innere Längsfaserhaut ist schon jetzt in vielen Gefässen als homogene elastische Haut dicht unter dem Epithel darstellbar, doch fehlt dieselbe in kleineren Gefässen und wird durch eine Lage verlängerter Zellen ersetzt, aus denen sich dieselbe zu bilden scheint. Aehnliche Zellen glaubt man auch beim Erwachsenen noch hie und da in den Gefässen zu sehen, in welchen die elastische Innenhaut eben sich verliert. — Die Muskelfasern des Herzens entstehen wie an andern Orten aus sich vereinenden Zellen, doch habe ich noch nicht gesehn wie ihre Anastomosen sich bilden, ob durch Verästelung gewisser Bildungszellen oder durch seitliche Anlagerung von kleinen Zellenreihen, wahrscheinlich durch beides.

Ganz anders als bei den grössern Gefässen ist die Bildungsweise der Capillaren, die, wie *Schwann* und ich gezeigt haben, aus einer Verschmelzung einfacher Zellen hervorgehen. Beim ersten Entstehen dieser Gefässe bilden sich zuerst etwas stärkere Röhrchen dadurch, dass rundlicheckige Zellen in gerader Linie hintereinander sich legen und unter Resorption der Zwischenwände und des Inhaltes, nicht aber der Kerne, welche an der ehmaligen Zellmembran, jetzt der Capillarhaut, liegen bleiben, verschmelzen. Dann sprossen aus den Wänden dieser Gefässchen zarte spitze Ausläufer hervor, welche rasch sich verlängern und mit ähnlichen spitzen Fortsätzen im umliegenden Gewebe zerstreuter sternförmiger Zellen zusammenstossen und mit ihnen verschmelzen. Zugleich vereinen sich die andern Ausläufer dieser Zellen unter einander, so dass bald ein Netz sternförmiger Zellen mit dem oder den schon gebildeten Capillarröhrchen zusammenhängt. Dieses Netz ist aber nie ausgedehnt, denn es gestalten sich immer rasch die von schon gebildeten und blutführenden Capillaren ausgehenden Ausläufer und die mit ihnen verbundenen nahe liegenden Zellen wiederum zu Capillaren, dadurch dass die zusammenstossenden Ausläufer von ihren Ausgangspunkten aus immer stärker werden und



Höhlungen bekommen. So entstehen anfangs immer noch ganz feine Gefässchen, die nur Blutplasma aufnehmen, ächte *Vasa plasmatica s. serosa*, bald aber weiten sich dieselben noch mehr aus, bis endlich auch die Blutkügelchen durchgehen und die Capillaren fertig sind. Da bei diesen Vergrösserungen der Fortsätze der sternförmigen Bildungszellen die Zellenkörper nicht auch entsprechend sich ausweitet, sondern einfach als Knotenpunkte der Gefässe auftreten, so schwindet nach und nach jede Spur des ursprünglichen Zellennetzes und kann man später die Stellen der Zellenkörper nur noch aus der Lage der persistirenden Kerne erschliessen. Sind einmal von den ersteren stärkeren Capillaren aus feinere Röhrchen gebildet, so schreitet dann von diesen aus die Vergrösserung der Blutbahn immer weiter, indem stets neue sternförmige Zellen zu Gefässen sich ausweiten, während zugleich durch Anlagerung neuer Zellen für immer neues Gefässmaterial gesorgt wird. Auch zwischen schon wegsamen Capillaren bilden sich häufig noch neue Verbindungen, indem theils Ausläufer derselben direct zusammenstossen, theils auch mit in ihren Maschen gelegenen Bildungszellen sich verbinden, wodurch natürlich das ursprüngliche Netz enger wird. — Diese Bildungsweise gilt nach dem, was ich gesehen habe, für alle Geschöpfe ohne Ausnahme, bei denen Capillaren sich finden und rühren die von verschiedenen Seiten gegen die Darstellung von *Schwann* und mir erhobenen Einwürfe vorzüglich davon her, dass man geglaubt hat, dass jedes Netz, das bei Embryonen Arterien und Venen verbinde, ein Capillarnetz sei. Dies ist jedoch keineswegs der Fall und spricht es mithin nicht im geringsten gegen uns, wenn die fälschlich sogenannten Capillaren des Fruchthofes nach dem Typus der grösseren Gefässe entstehen.

Die Capillaren des Lymphgefässsystems, die im Schwanze von Ba-

Fig 294. Capillaren aus dem Schwanze einer Froschlarve. *a*. Fertige Capillaren, *b*. Zellenkerne und Reste des Inhaltes der ursprünglichen Bildungszellen, *c*. blinde, Ausläufer eines Gefässes, *d*. sternförmige Bildungszelle durch drei Ausläufer mit drei Fortsätzen schon wegsamer Capillaren verbunden, *e*. Blutkügelchen noch mit einigen Körnern als Inhalt. 350 mal vergrössert.

trachierlarven leicht zu verfolgen sind (Fig. 288), nehmen im Wesentlichen genau dieselbe Entwicklung, wie die des Blutgefässsystems (Fig. 294) nur dass hier Anastomosen selten sind und die Bildungsgeschichte mehr auf die Aneinanderreihung spindelförmiger oder mit 3 Haupt-Ausläufern versehener Zellen sich beschränkt. Ueber die grösseren Stämme dieses Systems fehlen Beobachtungen, doch ist nicht zu zweifeln, dass auch sie ganz den Blutgefässen folgen. Von den Lymphdrüsen hat neulich *Engel* gehandelt (l. c.) und angegeben, dass dieselben aus Sprossen treibenden und vielfach sich windenden Lymphgefässen hervorgehen.

Die Entwicklung der Blutkörperchen ist beim Embryo in ihren Hauptstadien ziemlich genau gekannt. Die ersten Blutkörperchen sind bei Säugethieren und Wirbelthieren überhaupt kernhaltige, farblose Zellen mit körnigem Inhalt, die mit den Bildungszellen aller Theile junger Embryonen vollkommen identisch sind und in den anfangs soliden Anlagen des Herzens und der grösseren Gefässe, an einigen Orten sehr früh, an andern etwas später dadurch entstehen, dass die centralen Zellen derselben in Folge der Bildung von Flüssigkeit (des ersten Blutplasma) zwischen ihnen von einander sich lösen. Aus diesen farblosen Zellen entstehen die ersten fertigen Blutkörperchen, indem dieselben ihre Körner verlieren und, den Kern ausgenommen, mit Hämatin sich erfüllen. Diese farbigen, kernhaltigen ersten Blutzellen, die kugelrund, intensiver gefärbt als Blutkörperchen der Erwachsenen und grösser (bei einem Schafembryo von 3½‴ die meisten 0,005—0,0065‴, die Minderzahl 0,0025 bis 0,0035‴; bei einem menschlichen Embryo von 4‴ nach *Paget* 0,004 bis 0,007‴) sind, sonst jedoch in allen Beziehungen wie diese sich verhalten, machen neben ihren farblosen Bildungszellen anfangs die einzigen Elemente des Blutes aus. Bald aber beginnen viele derselben von sich aus durch Theilung sich zu vermehren, indem sie bis zu 0,009‴ langen, 0,004—0,006‴ breiten, elliptischen, z. Th. selbst abgeplatteten und dann den Amphibienblutkörperchen täuschend ähnlichen Zellen heranwachsen, 2, selten 3 oder 4 rundliche Kerne erzeugen und dann durch eine oder mehrere ringförmige Einschnürungen in 2, 3 oder 4 neue Zellen zerfallen. So wie die Leber hervorsprosst, hört diese Vermehrung der Blutzellen in der gesammten Blutmasse und bald auch (bei Schafembryonen von 11‴) jede Spur einer Entwicklung derselben aus farblosen Bildungszellen auf, dagegen tritt, wie schon *Rei*-

Fig. 295.

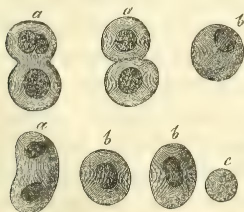


Fig. 295. Blutkörperchen eines Schafembryo von 3½‴. *a.* Zwei und dreikernige grosse gefärbte Blutkügelchen in verschiedenen Stadien der Theilung, *b* grössere runde gefärbte Blutzellen, eine mit sich theilendem Kern, *c.* eine kleinere solche, 300 mal vergr.

chert vermuthet und ich direct nachgewiesen, eine sehr lebhafte Blutzellenbildung in der Leber auf, deren Grund darin gefunden werden kann, dass nun alles Blut der Nabelvene, welche dem Embryo neue organisationsfähige Stoffe zuführt, statt wie früher in den allgemeinen Kreislauf, zuerst in die Leber strömt. Bei dieser Zellenbildung in den Lebergefässen tritt die Vermehrung der Blutkörperchen von sich aus immer mehr in den Hintergrund; statt derselben erscheint frei im Blut und direct um Kerne, die auch frei vorkommen, eine Neubildung von farblosen kernhaltigen Zellen von 0,003—0,004‴ mittlerer Grösse, 0,0015—0,006‴ in den Extremen, die dann grösstentheils schon in der Leber entweder unmittelbar oder nachdem sie in ähnlicher Weise wie früher die farbigen Körperchen sich vermehrt haben, durch Bildung von Farbstoff im Zelleninhalte zu farbigen kernhaltigen Blutzellen sich gestalten. Diese Neubildung von Blutkörperchen in der Leber, mit welcher die bedeutende Grösse und der Blutreichthum der embryonalen Leber im vollsten Einklange steht, dauert nun wahrscheinlich das ganze Embryonalleben hindurch, wenigstens fand ich dieselbe auch bei ganz alten Embryonen von Säugethieren und auch bei Neugebornen, doch nimmt dieselbe, vielleicht im Zusammenhang mit dem Auftreten des *Ductus venosus,* der nach *Rathke* eine secundäre Bildung ist, und seinem Weiterwerden immer mehr ab, weil hierdurch ein bedeutender Theil des Nabelvenenblutes direct in den Kreislauf kommt und der Leber entzogen wird.

Die weitere Entwicklung der in dieser oder jener Weise entstandenen kernhaltigen kugelrunden Blutzellen der Embryonen ist die, dass dieselben nach und nach entweder direct oder nachdem sie in oben angegebener Weise sich vermehrt, immer mehr sich abplatten und selbst leichte Excavationen bekommen, während ihre Kerne deutlich sich verkleinern und bei Essigsäurezusatz eine grosse Neigung zum Zerfallen zeigen. Schliesslich schwinden dieselben ganz und werden die Blutzellen kernlos, wie die der Erwachsenen, und auch bald in der Form, die anfangs allerdings noch etwas unregelmässig ist, denselben gleich. Bezüglich auf die Zeit des Auftretens dieser kernlosen gefärbten Zellen, so ist zu bemerken, dass ich bei einem Schafembryo von 3 ½‴ und *Paget* bei einem menschlichen von 4‴ aus der 4. Woche, dieselben gänzlich vermissten; bei Schafembryonen von 9‴ waren dieselben noch ungemein spärlich, wogegen sie schon bei solchen von 13‴ weitaus die Mehrzahl der Blutzellen, bei einem 3monatlichen menschlichen Embryo im Leberblute ¼, im übrigen Blut etwa ⅙ — ⅛ der farbigen Körperchen ausmachten. Bei noch älteren Embryonen sind dieselben bei weitem vorwiegend, so dass bei Schafembryonen von 5 — 13″ Länge, die kernhaltigen gefärbten Zellen im Leberblute nur ¼ oder ⅖ der Blutzellen ausmachen und im übrigen Blute bei den grössern Embryonen nicht häufiger als im Blute der Erwachsenen die Lymphkügelchen sich finden. Zu welcher Zeit beim menschlichen Embryo die kernhaltigen gefärbten Zellen spärlicher werden und schwinden, ist noch nicht ermittelt, doch sah sie *Paget* in einem

Fall bei einem 5monatlichen Embryo noch in ziemlicher Zahl. — Das Blut grösserer Säugethierembryonen, enthält nicht nur in der Leber sondern auch sonst ausser den farbigen Blutkügelchen, auch farblose Zellen in grosser Zahl, oft ebenso viele, wie farbige, welche Zellen wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus der Leber stammen, in der noch bei 13″ langen Schafembryonen die farblosen und wenig gefärbten kernhaltigen Blutzellen wohl ⅓ der gesammten Blutkörperchen ausmachen, vielleicht in den letzten Zeiten des Embryonallebens auch von der Lymphe herrühren. Ob auch diese Zellen in farbige sich umwandeln, ist durchaus unentschieden, und nur das ausgemacht, dass die im Leberblute so zahlreichen Uebergangsstadien beider, im übrigen Blute durchaus vermisst werden.

Die Entstehung der Blutkügelchen nach der Geburt und bei Erwachsenen ist trotz der vielen auf diesen Punkt speciell gerichteten Bemühungen, immer noch einer der dunkelsten Theile der Lehre von den Blutzellen, doch ist meiner Ueberzeugung nach die Annahme, welche die rothen Blutzellen aus den kleineren Chyluskörperchen hervorgehen lässt, indem dieselben ihre Kerne verlieren, sich abplatten und Hämatin in sich erzeugen, diejenige, welche am meisten Zutrauen verdient. Diese Zellen sind ungefähr von derselben Grösse, wie die Blutkügelchen, ja selbst etwas kleiner, verhalten sich in ihrer Membran wie dieselben, sind abgeplattet und nicht selten schwach gelblich gefärbt, und können mithin ohne bedeutendere Veränderungen, als wir sie bei den farblosen Blutzellen der Embryonen sehen, in farbige Zellen übergehen. Wo und wie dies geschieht, hat noch Niemand gesehen, und habe ich trotz aller Mühe und Sorgfalt, die ich diesem Gegenstande zuwandte, doch niemals beim Erwachsenen eine kernhaltige gefärbte Blutzelle gesehen. Das einzige was mir in dieser Beziehung aufstiess, war das, dass in den Lungenvenen, hie und da auch in anderem Blut, die kleineren Lymphkörperchen in manchen Fällen wirklich ziemlich deutlich gefärbt waren, viel mehr als im *Ductus thoracicus*, so dass sie, ausser durch ihr schwach granulirtes Ansehen, oft kaum von den auf der Fläche liegenden wirklichen Blutzellen zu unterscheiden waren, ferner dass dieselben etwas kleinere Kerne besassen als sonst; doch genügt auch dies noch nicht, um die Sache zu entscheiden. Dagegen lassen sich als sehr wichtige Analogien noch die herbeiziehen, 1) dass bei allen niederen Wirbelthieren, sehr deutlich z. B. bei Amphibien, auch bei erwachsenen Thieren die Entstehung der kernhaltigen Blutzellen aus den Lymphkörperchen zu beobachten ist, und 2) dass auch bei menschlichen Embryonen die Bildung der gefärbten Blutkügelchen aus farblosen, den Lymphkörperchen sehr ähnlichen Zellen von mir auf's bestimmteste nachgewiesen worden ist. Nimmt man hierzu, dass von einer selbständigen oder anderweitigen Entstehung der Blutzellen nicht das mindeste bekannt ist, so wird man es wohl für gerechtfertigt halten, wenn ich für die Entstehung der Blutzellen aus den Lymphkörperchen mich ausspreche und, um zu erklären, warum der Uebergang selbst noch nicht beobachtet werden konnte, die Vermuthung äussere,

dass derselbe zu schnell vor sich geht, um unsern Beobachtungsmitteln irgend wie zugängig zu sein.

Wenn ich auch im Vorigen für die Bildung der rothen Blutzellen aus den Elementen der Lymphe und des Chylus mich ausgesprochen, so wollte ich damit noch keineswegs behaupten, dass alle Elemente dieser Säfte zu allen Zeiten des nachembryonalen Lebens zu Blutzellen werden. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergibt vielmehr, dass in demselben ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer blasser Zellen mit mehreren Kernen oder einem durch Essigsäure zerfallenden Kerne vorhanden ist, von denen es, obschon sie sicherlich aus dem Chylus stammen oder umgewandelte Elemente desselben sind, doch nicht wohl möglich ist anzunehmen, dass sie jemals zu Blutzellen werden. Dies festgesetzt, erhebt sich die Frage, ob nicht vielleicht der Wechsel der Blutzellen, ihre Bildung und ihr Vergehen viel langsamer erfolgt, als man gewöhnlich annimmt und dieselben stabilere Elementartheile sind als man vermuthet. Ich vermag in dieser Beziehung keine bestimmte Aufklärung zu geben und will nur das bemerken, dass auf jeden Fall, so lange der Körper noch wächst und die Blutmenge zunimmt, eine energische Bildung von Blutzellen statuirt werden muss, wogegen es durchaus unausgemacht ist, ob in dieser Lebensperiode Blutzellen sich auflösen, wesshalb auch nicht angegeben werden kann, wie viele von den Elementen des Chylus die Metamorphose in Blutkörperchen durchmachen. Beim Erwachsenen möchte nur so viel ganz sicher sein, dass wenn derselbe aus dieser oder jener Ursache an Blut ärmer wird, dasselbe innerhalb einer gewissen Zeit sammt seinen rothen Blutzellen sich wieder ersetzen kann, ganz unausgemacht ist es dagegen, ob unter gewöhnlichen Verhältnissen eine irgend wie energische Auflösung und Wiederbildung von Blutzellen statt hat. Da eine Bildung von solchen nicht mit Bestimmtheit zu beobachten ist, so bleiben um die Sache zur Entscheidung zu bringen nichts als die Erfahrungen über eine Auflösung von Blutkügelchen, diese sind nun aber durchaus nicht der Art, dass ein constanter, in kurzen Intervallen eintretender Wechsel der Blutelemente aus ihnen sich beweisen lässt; denn wenn schon in der Milz vieler Thiere eine ungeheure Menge sich zersetzender Blutkügelchen gefunden wird, so ist doch die häufige, regelmässige Wiederkehr einer Auflösung derselben in diesem Organe noch nicht dargethan. Alles zusammengenommen glaube ich sonach, dass die Frage, wann und in welchem Maasse beim Erwachsenen Blutkügelchen vergehen und neu sich bilden, nach den vorliegenden Thatsachen unmöglich bestimmt entschieden werden kann, doch neige ich mich zur Ansicht hin, dass die Elemente des Blutes durchaus nicht so vergängliche Gebilde sind, wie man gewöhnlich glaubt.

Ich habe noch zu erwähnen, dass in der neusten Zeit die Ansicht, dass die Blutkügelchen auch selbständig im Blute aus farblosen Zellen sich bilden, von verschiedenen Seiten vertreten wird. *Lehmann* und

Funke stützen sich der erstere auf den grossen Gehalt des Lebervenenblutes an farblosen Zellen, der letztere auf dasselbe Verhalten des Milzvenenblutes und halten es für wahrscheinlich, dass innerhalb der Blutgefässe der Leber und Milz eine Neubildung von rothen Blutzellen statt habe. Mir scheint es dass man in dieser Frage sehr vorsichtig zu Werke zu gehen hat, so lange nicht der Uebergang der farblosen Zellen in Blutkörperchen wirklich beobachtet wurde, was hier durchaus nicht der Fall ist. Wir kennen die Lebensverhältnisse der farblosen Zellen im Blute noch viel zu wenig, um aus ihrer blossen Anwesenheit auf eine Bildung von rothen Blutzellen schliessen zu dürfen, und mahnen namentlich die angeführten Fälle zur Vorsicht, indem es, wie ich anderswo (*Mikr. Anat.* II. 2. pg. 292) gezeigt, sehr leicht möglich ist, dass die fraglichen farblosen Zellen in den Milz- und Lebervenen, aus dem Milzparenchyme abstammen, nur zufällig in das Blut aufgenommene Bestandtheile sind, und wie ihre häufig mehrfachen Kerne zu lehren scheinen, keine weiteren Entwickelungen durchlaufen, sondern allmälig dem Untergang entgegen gehen.

Die von *Gerlach* u. A. vorgetragene Ansicht, dass die Blutkörperchenhaltenden Zellen die man häufig in der Milz und, hie und da im Blut findet, auf die Bildung von Blutzellen sich beziehen, ist entschieden zu verwerfen, indem die Blutkörperchen aller dieser Zellen in der Auflösung begriffen sind.

Die Untersuchung des Herzens ist, was die Muskelfasern selbst betrifft, leicht, und wird man die Anastomosen derselben an jedem sorgfältig gemachten Präparate nicht unschwer auffinden, dagegen stellen sich der Verfolgung des Faserverlaufes in diesem Organe grosse Schwierigkeiten dar. Am besten eignen sich hierzu in schlechtem Spiritus macerirte Herzen; dann wird von Alters her das Kochen frischer oder vorher mehrere Wochen eingesalzter Herzen in Wasser empfohlen, eine Methode, an deren Stelle *Purkyně* und *Palicki* das Kochen in einer Solution von Kochsalz oder noch besser Kalkschwefelleber empfehlen, wogegen *Ludwig* nach Entfernung des Pericard's das Herz in Wasser legt und jedesmal nach Entfernung einer Lage von Muskelsubstanz unter Anwendung eines gelinden Drückens dieses Einwässern wiederholt. Für die Blutgefässe genügt die früher allein geübte Zerlegung derselben in Lamellen mit Messer und Pincette nicht, vielmehr muss nothwendig noch die Untersuchung von Quer- und Längsschnitten der gesammten Gefässwand dazu kommen. Am besten trocknet man ausgebreitete Gefässstücke auf Papier, wobei man auch von sehr dünnen Gefässen noch Schnitte machen kann, weicht dieselben in Wasser wieder auf und behandelt sie, wenn man die Muskulatur studiren will, mit Essigsäure oder mit Salpetersäure von 20 % *(Weyrich)*, sonst mit *Natron causticum*, durch welche Reagentien auch das elastische Gewebe sehr schön hervortritt. Zur schnellen isolirten Darstellung des Epithels, der elastischen Innenhaut, der Muskelhaut, haben sich mir die grösseren Gefässe an der Hirnbasis am geeignetsten erwiesen; die elastischen Membranen der Media isolirt man leicht nach Maceration in starker Essigsäure. Die Muskelfasern derselben sieht man immer schon beim Zerzupfen, sonst durch Salpetersäure leicht. Zum Studium der Capillaren sind das Hirn, die Retina, die Froschlarven und Embryonen vor allem zu empfehlen, für ihre Entwicklung Froschlarven, die Allantois von Embryonen, die gefässreiche Linsenkapsel. Das Blut untersuche man wo möglich im Serum selbst, dann mit den verschiedenen geschilderten Reagentien, und berücksichtige man

stets die ungemeine Geneigtheit seiner Elemente zu Veränderungen. Lymphdrüsen injicire ich mit Carmin und Leim oder mit Siegellack und Terpentin in Alcohol gelöst; sonst empfehle ich Schnitte in Alcohol erhärteter Präparate.

Literatur. *J. C. Fr. Wolff* in den Memoiren der Petersburger Akademie aus den Jahren 1780—92; *J. Reid,* Art. *Heart* und *B. Searle Fibres of the Heart,* in *Cyclop. of Anat. II.; Parchappe, du coeur, de sa structure et de ses mouvements, Paris* 1844; *C. Ludwig,* Bau der Herzventrikel, in Zeitschr. für rat. Med. Bd. VII. pg. 189 und Ueber die Herznerven der Frösche, in Müller's Archiv 1848, pg. 139; *Luschka,* das Endocardium und die Endocarditis, in Virchow's Arch. IV. pg. 171; *Remak,* Ueber die Ganglien des Herzens, in Müll. Arch. 1844, pg. 463 und Ueber den Bau des Herzens, Ebd. 1850, pg. 76; *R. Lee, Mem. on the ganglia and nerves of the heart, London* 1851; *Bidder,* Ueber die Nervencentra im Froschherzen, in Müll. Arch. 1852, pg. 163; *R. Wagner,* Symp. Ganglien des Herzens, in Handw. d. Phys. Lief. XIII. pg. 360; *F. Räuschel, De arteriar. et venar. struct. Vratisl.* 1836 *Diss.; Kölliker,* Ueber die Muskulatur der Gefässe, in Mitth. d. Zürch. naturf. Ges. 1847 und Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Sur le developpement des vaisseaux capillaires sanguins et lymphatiques,* in *Annal des sc. natur.* 1846; *C. Donders* und *H. Jansen,* Unters. über die krankh. Veränder. d. Arterienwände, in Arch. f. phys. Heilk. VII. pg. 361, auch in *Nederl. Lancet* I. pg. 473· *Jaesche, De telis epithelialibus in gener. et de iis vasorum in specie. Dorp.* 1847; *J. Engel,* Beiträge zur Anatomie der Gefässe, in Zeitschr. der Wiener Aerzte 1847, pg. 152, 315, 428, 1849 pg. 121; *R. Remak,* Histologische Bemerkungen über die Blutgefässwände, in Müll. Arch. 1850; *J. M. Schrant, Ontleedkundige Studien over de aderlijke bloedvaten,* in *Tijdschr. d. Maatsch. tot bevord. d. geneesk.* 1850. *pg.* 2; *M. Schultze, De arteriarum structura Gryph.* 1850; *H. Weyrich, De textura et structura Vas. lymphatic. Dorp.* 1851; *Fr. Wahlgren, Vensystemets allmänna Anatomi, Lund.* 1851; *F. Noll* (und *Ludwig),* Ueber den Lymphstrom und die Anatomie der Lymphdrüsen, in Henle's Zeitschr. IX. pg. 52; *Remak,* Ueber blutleere Gefässe im Schwanze d. Froschlarven, in Müll. Arch. 1850, pg. 79, 183; *J. Engel,* Bau und Entwicklung der Lymphdrüsen, in Prag. Vierteljahrschrift 1850, pg. 111; *O. Heyfelder,* Ueber den Bau der Lymphdrüsen, Bresl. 1851; *H. Nasse,* Art. Chylus, Lymphe und Blut, in Wagn. Handw. d. Phys. Bd. I.; *H. Müller,* Beiträge z. Morphologie des Chylus u. Eiters, in Zeitschr. f. rat. Med. 1845; *R. Wagner,* Beiträge z. vergl. Physiologie d. Blutes, Leipzig 1833 und Nachträge zur vergl. Phys. I. Ebd. 1838, *J. C. Fahrner, De globulor. sanguinis origine, Turici* 1845; *A. Kölliker,* Ueber die Blutkörperchen eines menschl. Embryo u. die Entwickl. d. Blutk. b. Säugethieren, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV. 1846, St. 42; *C. Donders* u. *J. Moleschott,* Untersuchungen über d. Blutkörperchen in d. holländischen Beiträgen III. 360; *Donders* in *Ned. Lancet* 1846; *W. Jones, The bloodcorpuscule consid. in its diff. phases of development,* in *Phil. Trans.* 1846 *II. pg.* 82. — Ausserdem vergleiche man die Handbücher von *E. H. Weber* und *Henle* und die neuern embryologischen Arbeiten von *Vogt, Remak, Prévost, Lebert* und *Courty.*

Von den höhern Sinnesorganen.

I. Vom Sehorgan.

§. 224.

Das Sehorgan besteht aus dem Augapfel, oder dem eigentlichen Sinnesapparat, und den accessorischen Theilen, welche theils zum Schutz, theils zur Bewegung desselben vorhanden sind, nämlich den Augenlidern, Augenmuskeln und den Thränenorganen. Der Augapfel selbst ist ein sehr complicirtes Organ, in dem fast alle Gewebe des Körpers vertreten sind und wird derselbe wesentlich aus 3 Häuten, einer Faserhaut, *Sclerotica* und *Cornea*, einer Gefässhaut, der *Chorioidea* und *Iris*, und einer Nervenhaut und aus zwei innern lichtbrechenden Medien, dem Glaskörper und der Linse, zusammengesetzt.

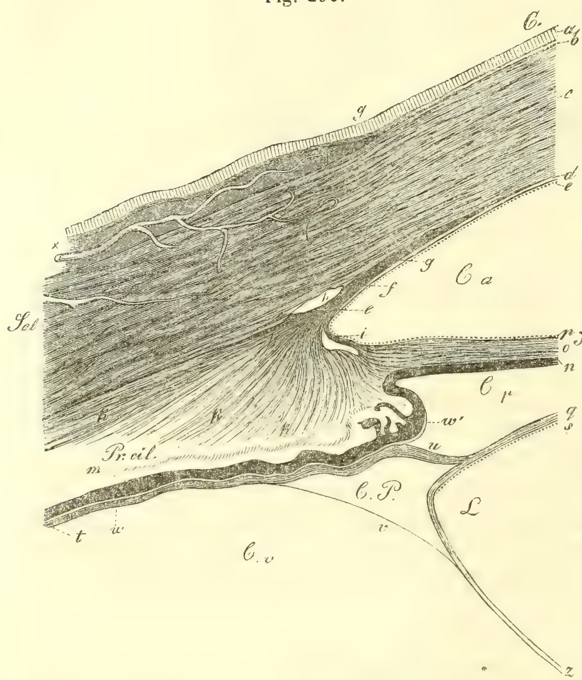
A. Vom Augapfel.

§. 225.

Faserhaut des Auges. Die äussere Umhüllung des Augapfels, wird von einer derben vorzüglich bindegewebigen Faserhaut gebildet, welche dem äusseren Ansehen nach in einen kleineren, vorderen, durchsichtigen Abschnitt, die Hornhaut, und einen grössern, undurchsichtigen, hintern Theil, die harte Haut, zerfällt, jedoch wie die Entwicklungsgeschichte und der feinere Bau lehren, durchweg als eine zusammenhängende Haut anzusehen ist.

Die harte Haut, *Sclerotica*, auch weisse Haut, *Albuginea*, genannt, ist eine weisse, sehr derbe und feste fibröse Haut, die vom hintern Umfange des Auges an, wo sie mit der Scheide des Sehnerven direct zusammenhängt, nach vorn zu allmälig an Dicke abnimmt, jedoch vorn durch Verschmelzung mit den Sehnen der geraden Augenmuskeln wieder sich verstärkt und dann continuirlich in die Hornhaut sich fortsetzt. Dieselbe gibt beim Kochen gewöhnlichen Leim und besteht aus wahrem Bindegewebe, dessen Fibrillen sowohl beim Zerzupfen als auch an mit Essigsäure behandelten Querschnitten äusserst deutlich hervortreten. Die Bündel derselben sind mehr gerade gestreckt, sonst wie in Sehnen innig verbunden und zu grösseren, dünneren oder dickeren, platten Bändern ver-

Fig. 296.



eint, welche in der ganzen Dicke ziemlich regelmässig abwechselnd der Länge und Quere nach verlaufen und so auf senkrechten Schnitten einen lamellösen Bau erzeugen. Doch sind wirkliche für sich bestehende Blätter nirgends vorhanden, vielmehr stehen die verschiedenen Längslagen untereinander in vielfacher Vereinigung und ebenso die der Quere nach verlaufenden Schichten. Nur an der äussern, namentlich aber an der innern Oberfläche der harten Haut sammeln sich die Längsfasern zu etwas stärkeren Platten an und erhalten so eine grössere Selbständigkeit.

Mitten durch das Bindegewebe der *Sclerotica* verlaufen eine grosse Zahl feiner elastischer Elemente, von derselben Form wie in Sehnen und Bändern (s. §. 80) nämlich als ein Netzwerk feiner und feinster Fasern, an dem die Stellen, wo die ursprünglichen Bildungszellen sassen, durch Verdickungen mit Kernrudimenten sich kund geben, so dass das Ganze anastomosirenden spindel- und sternförmigen Zellen oft sehr ähnlich wird.

Fig. 296. Durchschnitt durch die Augenhäute in der Gegend der Ciliarfortsätze. 12mal vergr. *Scl. Sclerotica. C. Cornea. Pr. cil. Processus ciliaris. C. a. Camera anterior. C. p. Camera posterior. C. v. Corpus vitreum. C. P. Canalis Petiti. L. Lens. I. Iris. a. Conjunctiva corneae,* Epithel. *b.* Homogene Lamelle darunter, sich fortsetzend in die *Conjunctiva scleroticae x. c.* Faserlage der Cornea. *d. Membr. Demoursii. e.* Epithel derselben angedeutet. *f.* Ende der *Membr. Demoursii* und Uebergang in eigenth. Fasern *g.*, die bei *i.* als *Lig. Iridis pectinatum* auf die *Iris* übergehen. *h. Canalis Schlemmii. k. Musculus ciliaris s. tensor chorioideae* von der innern Wand desselben *l.* entspringend. *m.* Pigmentlage der Ciliarfortsätze, *n.* der Iris. *o.* Faserlage der Iris. *p.* Epithel derselben angedeutet. *q.* Linsenkapsel vordere Wand, *z.* hindere Wand. *s.* Epithel der Linsenkapsel angedeutet. *t. Zonula Zinnii* oder vorderer verdickter Theil der *Hyaloidea. u.* Freies vorderes Blatt derselben (eigentl. *Zonula)* an dem Rande der Linse sich inserirend. *v.* Hinteres Blatt derselben mit der hintern Wand der Linsenkapsel verschmelzend. *w.* Farbloses Epithel der Ciliarfortsätze. *w'* Vorderes Ende dieses Epithels. Zum Theil nach *Bowman*.

Im Leben scheinen die Elemente dieses Netzes noch zum Theil Höhlungen und einen flüssigen Inhalt zu besitzen, wenigstens sieht man an trocknen Scleroticasegmenten in allen Zellenkörpern desselben Luft (dies sind die kreideweissen Körperchen von *Huschke*) und möchte daher hier die *Virchow'*sche Anschauung, dass solche Canäle eine Art Ernährungscanäle sind, vollkommen gerechtfertigt sein, um so mehr da die Gefässe dieser Haut auf jeden Fall nur spärlich sind. Dieselben stammen vorzüglich von den Ciliararterien und denen der Augenmuskeln und bilden, wie ich mit *Brücke* finde ein ziemlich weitmaschiges Netz von Capillaren letzter Ordnung. — Nerven beschreibt neulich *Bochdalek* (auch *Rahm* beim Kaninchen) in der harten Haut, doch habe ich bisher ebenso wenig wie *Arnold* und *Huschke* davon mich überzeugen können, dass dieselben etwas anderes als an der inneren Seite derselben zum *Lig. ciliare* verlaufende Zweige sind.

Die Hornhaut, *Cornea* (Fig. 296 *C*), ist vollkommen durchsichtig, noch derber und schwerer zu zerreissen als die *Sclerotica*, und aus drei besonderen Lagen zusammengesetzt nämlich: 1) aus der Bindehaut, *Conjunctiva corneae*, 2) der eigentlichen Hornhaut und 3) der *Descemet'*schen Haut, von denen die erste und letzte von einem Epithelium und einer darunter gelegenen structurlosen Haut, die mittlere von einem Fasergewebe eigenthümlicher Art gebildet wird.

Die eigentliche Hornhaut oder die Faserlage derselben (Fig. 296 *c*), bei weitem der mächtigste Theil der ganzen Haut, besteht aus einer dem Bindegewebe sehr nahen Fasersubstanz, die jedoch nach *J. Müller* beim Kochen keinen Leim sondern *Chondrin* gibt. Ihre Elemente, blasse Bündel von 0,002 — 0,004''' Durchmesser, an denen, wenigstens beim Zerzupfen, bald mehr, bald weniger deutlich meist noch feinere Fibrillen sichtbar werden, sind zu platten Bündeln geeint, welche, mit ihren Flächen den Hornhautoberflächen stets parallel, verschiedentlich sich durchkreuzen und wenn auch keine vollständigen Lamellen, doch einen deutlich geschichteten Bau erzeugen, von dem es abhängt, dass die *Cornea* sehr leicht in der Richtung der Fläche sich zerreissen und durchstossen lässt, äusserst schwer in der Dicke. Die Uebereinstimmung der Hornhautelemente mit dem Bindegewebe wird auch noch dadurch bewiesen 1) dass dieselbe am Rande durch ihre hier vorzüglich radiär verlaufenden Elemente direct und ohne Unterbrechung in die ähnlich gelagerten Fasern der *Sclerotica* sich fortsetzt, so dass von einer natürlichen Trennung beider Häute auch nicht im Entferntesten die Rede sein kann und 2) dass wie *Virchow* zuerst bestimmt nachgewiesen hat, zwischen ihren Bündeln eine ungemeine Zahl anastomosirender spindel- und sternförmiger, kernhaltiger Zellen liegen, wie sie dem unentwickelten elastischen Gewebe eigen sind (Bindegewebskörperchen *Virchow*) und auch, wiewohl mehr verästelt in der *Sclerotica* vorkommen. Es möchte wohl unzweifelhaft sein, dass die Ernährungsflüssigkeit, mit welcher die *Cornea* beständig in reichlicher Menge getränkt ist und welche bei grossen Augen von Thieren

selbst durch das Auspressen der *Cornea* direct sich nachweisen lässt, einem guten Theile nach durch die genannten Zellen im Innern weiter geleitet und verbreitet wird, eine Ansicht in der man nur bestärkt werden kann, wenn man weiss, dass diese Zellen bei Erkrankungen der *Cornea* äusserst häufig Fetttröpfchen, ausnahmsweise nach *Donders* selbst Pigment in ihrem Innern enthalten. — Die von *Bowman* im Ochsen- und Menschenauge injicirten *corneal tubes*, sind mit diesem Zellennetze nicht zu verwechseln und wahrscheinlich als künstliche Erweiterungen der zwischen den Gewebselementen der *Cornea* normal vorkommenden kleinen Zwischenräume, die man selbst bei der mikroskopischen Untersuchung hie und da zu erkennen glaubt, zu deuten.

Die Bindehaut der *Cornea* (Fig. 296 *a b*), besteht vorzüglich aus einem 0,023—0,050‴ dicken, geschichteten weichen Epithel, dessen untere Zellenlagen länglich sind und senkrecht auf der Hornhaut stehen, während die mittleren mehr eine rundliche Gestalt besitzen und nach oben in eine 0,008—0,01‴ dicke, der Hornschicht der Epidermis entsprechende Lage 0,01—0,014‴ grosser, jedoch noch kernhaltiger und weicher Plättchen übergehen. Viele dieser letztern Zellen sind wie ich gezeigt (*Zeitschrift für wiss. Botanik* II. pg. 80), durch gegenseitigen Druck mit grösseren und kleineren Gruben versehen, ähnlich gewissen Zellen der Harnblase, so dass sie bei Flächenansichten oft wie sternförmig werden, was *Valentin*, den ersten Beobachter dieser Form, seiner Zeit veranlasst hatte, dieselben für Zellen mit Ausläufern zu halten. Unter dem Epithel, das im Tode, auch in Wasser und Essigsäure sehr bald sich trübt, befindet sich eine von *Bowman* zuerst erwähnte structurlose Lamelle, (vordere elastische Lamelle *Bowman*) von 0,003—0,004‴ Dicke, welche auf senkrechten Schnitten und an Falten von dünnen Flächenschnitten nach Zusatz von Alkalien besonders deutlich hervortritt, jedoch bei Weitem nicht so scharf gegen die eigentliche Hornhaut sich absetzt, wie die *Descemet'*sche Haut und auch nicht dieselbe Bedeutung zu haben scheint wie diese, sondern wohl nichts als der Rest der in früheren Zeiten gefässhaltigen Schicht der *Conjunctiva corneae* ist. — Von derselben aus sieht man hie und da gebogene Fasern wie starre Bindegewebsbündelchen oder elastische Fasern etwas in die Hornhaut eindringen und dann sich verlieren.

Die *Descemet'*sche oder *Demours'*sche Haut, auch Wasserhaut, *Membr. Descemeti s. Demoursii s. humoris aquei* (Fig. 296 *d*), besteht aus einer dem Corneagewebe ziemlich locker anhaftenden elastischen Membran, der eigentlichen *Descemet'*schen Haut, und einem Epithel an der innern Fläche derselben. Die erstere ist wasserhell wie Glas und glänzend, vollkommen structurlos, leicht zerreissbar aber doch ziemlich fest und so elastisch, dass wenn sie durch Messer und Pincette, oder Kochen in Wasser, oder Maceration in Alkalien, wobei sie wie in Reagentien überhaupt ihre Durchsichtigkeit nicht einbüsst, von der *Cornea* getrennt wird, ohne Ausnahme kräftig und zwar nach vorn sich einrollt.

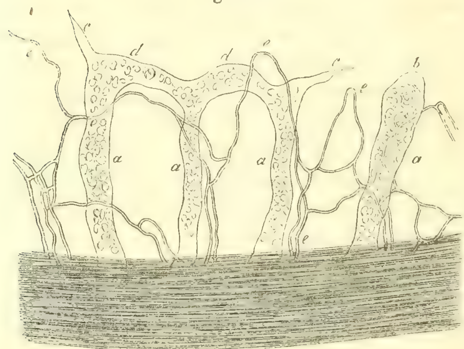
Gegen die Ränder der *Cornea* geht die *Descemet'*sche Haut, deren Dicke 0,006 — 0,008''' beträgt und die in chemischer Beziehung ganz an die homogenen Häute sich anschliesst (S. §. 16), in ein eigenthümliches System von Fasern über, das von *Bowman* zuerst genauer beschrieben wurde. Dasselbe beginnt in geringer Entfernung vom Hornhautrande an der vordern Fläche der *Descemet'*schen Haut (Fig. 296 *g*), als ein langgestrecktes Netzwerk feiner Fäserchen, wie feiner elastischer Fibrillen, wird dann allmälig stärker, bis am Hornhautrande selbst die *Descemet'*-sche Haut in ihrer ganzen Dicke in ein Netz stärkerer Fasern und Balken aufgelöst ist, welche auf den Rand der *Iris* sich umschlagen (Fig. 296 *i*) und mit der vordern Fläche dieser Haut verschmelzen. Mithin endet die *Descemet'*sche Haut nicht wie gewöhnlich angegeben wird, mit einem freien Rand, geht vielmehr (Fig. 296 *f*) im ganzen Umfange der vorderen Augenkammer mit vielen noch frei durch dieselbe hindurchtretenden Fortsätzen auf die *Iris* über. Die Elemente dieses von *Huek* sogenannten *Lig. iridis pectinatum*, das nach *Luschka* in gewissen thierischen Augen (Hund z. B.) viel deutlicher ist, als beim Menschen, wurden von mir früher (*Zeitschr. f. wiss. Zool.* I. pg. 54) zum netzförmigen Bindegewebe gerechnet, zu einer Zeit, wo ich nur ihre Form, nicht aber ihre Reactionen kannte, jetzt möchte ich dieselben eher als eine Zwischenform zwischen dem Bindegewebe und dem elastischen Gewebe bezeichnen. Mit Bindegewebsbündeln stimmen die fraglichen Bündel durch ihre Breite (von 0,004 — 0,012''') und Blässe und auch dadurch überein, dass man gewöhnlich noch feinere Fäserchen in ihnen unterscheidet, wogegen sie durch ihre Starrheit und chemischen Reactionen, ganz an das elastische Gewebe und die *Descemet'*sche Haut selbst sich anschliessen, von welch letzterer sie, wenn auch wahrscheinlich durch die Genese verschieden, auf jeden Fall beim Erwachsenen ein integrirender Bestandtheil sind.

Das Epithel der *Demour'*schen Haut (Fig. 296 *e*), das beim Menschen häufig nicht mehr gut erhalten gefunden wird, ist eine einfache 0,002 — 0,003''' dicke Lage prächtiger polygonaler, 0,006 — 0,01''' grosser Zellen, mit äussert fein und blassgranulirtem Inhalt und runden Kernen von 0,003 — 0,005'''. Gegen den Rand der Hornhaut, wird dasselbe in seinen Zellen kleiner und endet dann als zusammenhängende Lage. Dagegen setzen sich isolirte Züge meist verlängerter, selbst spindelförmiger Epithelzellen über die Fasernetze des *Lig. pectinatum* und die Elemente desselben umschliessend, auf den Rand der *Iris* fort, woselbst wieder eine vollständige Epitheliallage erscheint.

Die Hornhaut ist beim Erwachsenen fast ganz gefässlos, dagegen findet sich, wie *J. Müller* und *Henle (de membr. pupill. pg. 44)* zuerst beobachteten, bei menschlichen und Schafembryonen in der *Conjunctiva Corneae* ein reichliches Gefässnetz, welches jedoch nicht bis in die Mitte derselben sich zu erstrecken scheint. Gegen das Ende des Fötallebens und nach der Geburt bildet sich dieses Netz, bei Thieren weniger, beim Menschen mehr, zurück, so dass man bei letzterem nur noch am Hornhaut-

rande, in einem Saume von ½ höchstens 1‴ Breite Blutgefässe trifft. Dieselben sind meist feine und feinste Capillaren von 0,002—0,004‴, welche eine oder mehrere Reihen von Bögen bilden und so enden, und liegen ebenfalls in der Bindehaut, die hier als eine nachweisbare Schicht noch etwas auf die Hornhaut sich erstreckt, um dann in die vordere structurlose Lamelle derselben auszulaufen. Bei Thieren finden sich diese oberflächlichen oder Bindehautgefässe ebenfalls, jedoch meist viel hübscher und weiter nach innen, manchmal bis zur Hälfte des Radius und noch weiter sich erstreckend, ausserdem kommen aber auch noch in der Substanz der *Cornea* selbst tiefere, aus der *Sclerotica* stammende Capillaren vor, die meist die Nervenstämme begleiten und entweder in ihnen selbst eine einzige oder einige wenige sehr langgestreckte Schlingen bilden oder auch noch etwas über dieselben hinaus sich verbreiten und ohne Ausnahme mit Schlingen enden, deren feinste Gefässchen hier wie bei den oberflächlichen Capillaren kaum mehr als 0,002‴ messen. Beim Menschen sah ich diese die Nervenstämme begleitenden eigentlichen Hornhautgefässe ebenfalls, jedoch nicht constant und nie so entwickelt.

Fig. 297.



Von Lymphgefässen der Hornhaut ist nichts zuverlässiges bekannt (vergl. auch *Arnold. Anat. II.* pg. 988), doch habe ich vor kurzem in der Hornhaut einer jungen Katze Gefässe gesehen (siehe Fig. 297), welche ich kaum für etwas anderes als für Lymphgefässe halten kann. Am Hornhautrande befanden sich hier neben den sehr deutlichen und Blutkörperchen enthaltenden Capillarschlingen blasse, viel weitere Gefässe (von 0,01 — 0,02 selbst 0,03‴), welche entweder einzeln ebenso weit wie die Blutgefässe in die *Cornea* sich hineinerstreckten und kolbig angeschwollen oder spitz auslaufend endeten, oder zu zweien, dreien und mehr einfache Schlingen bildeten, von denen aus häufig ebenfalls noch blinde Fortsätze ausgingen. Trotz ihrer Weite besassen diese Gefässe eine zarte structurlose Haut mit einzelnen anliegenden Kernen und im Innern führten dieselben einen hellen Saft, in dem häufig einzelne, hie und da selbst sehr viele helle runde Zellen, ganz wie Lymphkörperchen zu sehen waren. — Hätte ich diese Gefässe auch bei andern Thieren gefunden, so würde ich sie unbedingt für die Anfänge der Lymphgefässe der *Conjunctiva*

Fig. 297. Capillaren und Lymphgefässe (?) am Hornhautrande einer jungen Katze. *aa.* Stämme der farblosen Gefässe, *b.* blindes kolbiges Ende eines solchen, *c.* spitze Ausläufer, *d.* Schlingen derselben, *e.* Blutcapillaren. 250 mal vergr.

erklären, so aber scheint es mir vorläufig gerathener, diese Deutung wohl als wahrscheinlich, aber nicht als gewiss hinzustellen. Ich habe nämlich obschon bei der einen Katze die genannten Gefässe in beiden Hornhäuten sehr deutlich waren, so dass ich sie vielen Collegen, namentlich *Virchow* und *H. Müller* zeigen konnte, doch seither weder bei alten und neugebornen Katzen noch bei Hunden, Ochsen, Schafen, Schweinen, Kaninchen, etwas bestimmtes von solchen blassen Gefässen sehen können. Man weiss nun zwar wohl, dass Lymphgefässanfänge auf ein Mal, wo sie deutlich sind (in den Darmzotten z. B.), vielleicht zwanzig und dreissig Male dem Blicke sich entziehen, nichts desto weniger scheint mir hier Vorsicht ganz am Platze. Sollten die fraglichen Gefässe keine Lymphgefässe sein, so könnte man an pathologische Hohlräume, oder an Umwandlungen früherer embryonaler Corneagefässe denken, doch spricht gegen ersteres die deutliche Begrenzungshaut der Canäle, gegen letzteres, dass sie in einer Ebene mit wirklichen Gefässen sich befanden und nicht die geringsten Anastomosen mit denselben eingingen.

Die von *Schlemm* entdeckten Nerven der Hornhaut stammen von den *Nervuli ciliares*, dringen am vordern Umfange der *Sclerotica* (beim Kaninchen nach *Rahm* in der hintern Hälfte des *Bulbus*) in diese Haut ein und treten dann aus ihr in die Faserlage der *Cornea*. Hier findet man dieselben am Rande leicht, beim Menschen als 24—36 feinere und dickere Stämmchen, die jedoch 0,02''' kaum überschreiten. Was diese Nerven besonders auszeichnet ist weniger ihre Verbreitungsweise, welche unter vielen Zweitheilungen und Anastomosen geschieht, so dass ein durch die ganze *Cornea* sich erstreckendes weites Nervennetz entsteht, als der Umstand dass dieselben nur am Hornhautrande innerhalb einer nicht immer gleichbreiten Zone von ½—1''' im Mittel noch dunkelrandige jedoch feine (von 0,001—0,002''') Primitivröhren führen, im weiteren Verlaufe jedoch nur marklose, vollkommen helle und durchsichtige Fasern von 0,0005—0,001''' höchstens enthalten, so dass sie den Weg der Lichtstrahlen auf jeden Fall nicht mehr als die andern Corneaelemente hemmen, was auch aus der Schwierigkeit ihrer Verfolgung unter dem Mikroskope klar hervorgeht. In den Stämmen dieser Nerven zeigen sich, obschon selten Bifurcationen der Primitivröhren, nie in dem von denselben gebildeten Netze, dessen Verhältnisse jedoch seiner Blässe wegen kaum vollkommen sicher sich erfor–

Fig. 298.

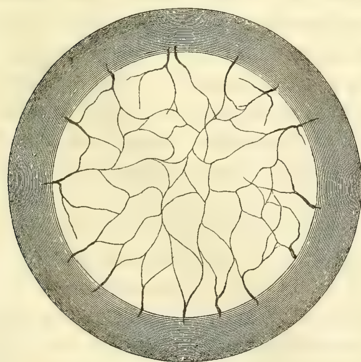


Fig. 298. Nerven der Hornhaut des Kaninchens in ihren gröberen Verzweigungen. So weit die Stämme noch dunkel gezeichnet sind, haben sie dunkelrandige Primitivröhren.

schen lassen. Dasselbe liegt noch in der eigentlichen Hornhaut, jedoch der vordern Fläche näher und scheint, da von freien Enden von Nervenfasern keine Spur zu sehen ist, in der That einzig und allein aus anastomosirenden feinsten Zweigchen zu bestehen, so dass mithin, wenn auch nicht in Form von Schlingen, doch ein Zusammenhang der Nervenröhren untereinander anzunehmen wäre.

Die Blutgefässe der *Conjunctiva corneae* Gesunder sind sehr spärlich und halte ich, was Römer *(Ammon's Zeitschr. V. 21 Tab. I. Fig. 9. 11)* u. Arnold *(Icon. org. sens. II. Fig. 6)* abbilden, für Ausnahmsfälle, dagegen können bekanntermaassen bei Entzündungen dieselben so sich entwickeln, dass sie die ganze oder fast die ganze Hornhaut überziehen. Ebenso scheinen auch die eigentlichen Corneagefässe in solchen Fällen weiter ins Innere sich hinein zu bilden. Ueber die *Vasa serosa corneae* siehe §. 217. Was von Blutgefässen der *Membrana Demoursii* in entzündeten Augen gemeldet wird (cf. *Henle de Membr. pup. pg.* 53), scheint noch sehr der Bestätigung zu bedürfen und Arnold's seröse Gefässe in normaler *Descemet*'scher Haut (*Anat.* I. Taf. II. Fig. 5, II. pg. 1015) sind nichts als die anastomosirenden Fasern des *Lig. iridis pectinatum.* — Die Hornhaut ist, obschon nur am Rande gefässhaltig, doch mit Bezug auf ihre Ernährungsverhältnisse nicht ungünstig gestellt. Hornhautwunden heilen leicht zusammen, abgetragene Stücke des Epithels oder auch der Faserlage ersetzen sich und Geschwüre füllen sich vom Grunde aus mit neuer Hornhautsubstanz. Fettablagerungen in ihrem Gewebe, besonders in ihren zelligen Körpern erzeugen am Rande (vorzüglich oben, auch unten, oder selbst ringsherum) einen gelben Saum, den sog. *Arcus senilis (Gerontoxon)*.

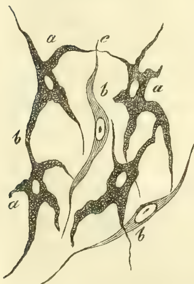
§. 226.

Gefässhaut, *Tunica vasculosa* oder Traubenhaut, *Uvea*. Die zweite Haut des Augapfels ist eine stark pigmentirte, an Gefässen sehr reiche Haut, welche in einen grösseren hintern Abschnitt, die Aderhaut, *Chorioidea*, und in einen kleineren vordern, die Regenbogenhaut, *Iris*, zerfällt.

Die *Chorioidea* erstreckt sich von der Eintrittstelle des Sehnerven, wo sie eine ringförmige Lücke hat, als eine $1/15 - 1/30'''$ dicke, leicht zerreissbare Haut bis in die Gegend des vordern Randes der *Sclerotica*, bildet hier einen dickeren Theil, das *Corpus ciliare*, und setzt sich dann continuirlich in die *Iris* fort. Ihre äussere Fläche hängt nicht nur durch grössere Gefässe und Nerven, sondern auch sonst ziemlich innig an der *Sclerotica* an, so dass beim Blosslegen der *Chorioidea* immer ein Theil der Haut bald mehr bald weniger als ein zartes braunes Gewebe an der *Sclerotica* haften bleibt. Dies ist die sogenannte *Lamina fusca* der Autoren, welche von der Aderhaut zu trennen und als besondere Haut zu beschreiben kein Grund vorhanden ist, wenn auch in manchen Fällen einzelne Pigmentzellen, wie sie in ihr sich finden, bis zwischen das Bindegewebe der harten Haut sich hineinerstrecken. Die innere Fläche der *Chorioidea* ist glatt und an der *Ora serrata* sehr fest, sonst nur locker mit der *Retina* verbunden, vor der *Ora serrata* dagegen und namentlich an den *Processus ciliares* sehr innig mit der *Hyaloidea* (der *Zonula Zinnii*) vereint, so dass sie nie rein von derselben zu lösen ist.

Die Aderhaut besteht wesentlich aus zwei Theilen, einer gefässreichen äusseren mächtigeren Schicht, der eigentlichen Aderhaut und einer innern deutlich gefärbten Lage, dem schwarzen Augenpigment, doch lässt sich die erstere noch in drei, freilich durchaus nicht scharf abgegrenzte Unterabtheilungen sondern, nämlich: 1) in eine äussere braune weiche Lamelle, welche die Ciliarnerven und langen Ciliargefässe trägt und vorn den *Musculus ciliaris* enthält, die äussere Pigmentschicht, 2) in die mindergefärbte eigentliche Gefässlage, mit den grösseren Arterien und Venen, und 3) in eine farblose zarte, ein äusserst reiches Capillarnetz enthaltende innere Lage, die *Membrana choriocapillaris*, die jedoch nicht weiter, als die *Ora serrata* nach vorn sich erstreckt. — Bezüglich auf die die eigentliche *Chorioidea* bildenden Gewebe so findet sich hier, abgesehen von den allerdings einen sehr bedeutenden Theil derselben ausmachenden Gefässen und Nerven und von dem *Musculus ciliaris*, ein eigenthümliches Gewebe, das sich nirgends ganz passend unterbringen lässt und wie die Fasern des *Ligamentum iridis pectinatum*, jedoch in etwas anderer Weise als sie, zwischen dem Bindegewebe und elastischen Gewebe die Mitte hält. In den äussern Theilen der Haut ist diese Grundlage *(Stroma)* von spindel- oder sternförmigen, sehr unregelmässigen, ganz blassen oder mehr weniger braun pigmentirten, kernhaltigen Zellen von 0,008—0,02''' Länge gebildet, welche mit kürzeren und längeren meist sehr zarten (bis zu 0,0005'''), aber etwas starren Fortsätzen vielfach unter einander anastomosiren und durch ihre grosse Menge ein häutiges lockeres Gewebe darstellen. Hierin wäre nun eigentlich nicht viel besonderes zu sehen und liessen sich diese Zellennetze füglich andern ähnlichen anastomosirenden Pigmentzellen, z. B. von Batrachierlarven (am schönsten bei *Alytes)* an die Seite stellen, allein dieselben gehen in den innern Lagen der *Chorioidea* und besonders in der *Membrana choriocapillaris* nach und nach in ein wenig und dann gar nicht mehr pigmentirtes, homogenes, kernhaltiges Gewebe über, das, obschon in seinem Ansehn homogenem Bindegewebe sehr ähnlich, durch seine Resistenz in Säuren und Alkalien davon sich unterscheidet und an das elastische Gewebe sich anschliesst, von dem es jedoch ebenfalls durch seine geringe Elasticität und Blässe abweicht, weshalb dasselbe vorläufig besser als *sui generis* betrachtet wird.

Fig. 299.



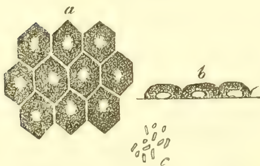
Das von *Brücke* und *Bowman* fast gleichzeitig als wirklich muskulös erkannte *Ligamentum ciliare* der Anatomen oder der *Musculus ciliaris s. Tensor chorioideae* (Fig. 296 *k)* ist eine ziemlich dicke Schicht von radiären glatten Muskelbündeln, welche vom vordersten Rande der *Sclerotica* auf das *Corpus ciliare* übergehen und in der vordern Hälfte desselben

Fig. 299. Zellen aus dem *Stroma* der *Chorioidea*. *a*. pigmentirte Zellen, *b*. pigmentlose spindelförmige, *c* Anastomosen der ersteren, 350 mal vergr. Vom Menschen.

da, wo innen die *Processus ciliares* sitzen, sich verliert. Genauer bezeichnet entspringt der Ciliarmuskel da, wo die *Sclerotica* die Furche zur Bildung des *Schlemm*'schen Venensinus hat und zwar von einem besonderen derbern glatten Streifen (Fig. 296 *l*), der, indem er die innere Wand des genannten Canales bildet, mit der *Sclerotica* verschmilzt und auch zugleich einen Theil der Fasernetze, in welche die *Membr. Demoursii* ausläuft, aufnimmt, welche Fasern mit seinen ganz gleich beschaffenen, nur viel feineren, dichter anastomisirenden und kreisförmig verlaufenden Elementen völlig verschmelzen. Das Ende des *Musculus ciliaris* ist am angehefteten Theile der *Processus ciliares*, jedoch nicht in diesen selbst und was seine Elemente anlangt, so sind dieselben etwas kürzer (0,02''') und breiter (0,003—0,004''') als die gewöhnlichen Faserzellen, dazu fein granulirt, zart und so vergänglich, dass sie beim Menschen nicht leicht zu isoliren sind.

Das schwarze *Pigment* (Fig. 296 *m*) kleidet als eine zusammenhängende rein zellige Schicht die innere Fläche der *Chorioidea* vollkommen aus und besteht bis zur *Ora serrata* aus einer einzigen Lage schöner, fast regelmässig sechsseitiger, 0,006—0,008''', grosser 0,004''' dicker, zierlich mosaikartig aneinandergefügter Zellen, in denen reichlich angehäuftes braunschwarzes Pigment den Zellenkern meist nur als hellen Fleck im Innern erscheinen lässt, jedoch nach innen gegen die Retina zu häufig einen schmalen hellen Saum frei lässt, welchem entsprechend die Zellen entweder einen anderweitigen Inhalt oder eine verdickte Zellmembran besitzen müssen. Von der *Ora serrata* an liegen die Pigmentzellen in mehreren, mindestens zwei Lagen, werden rundlich, kleiner und von Pigment ganz erfüllt, so dass selbst die Kerne kaum sichtbar sind. Alle Pigmentzellen sind sehr zartwandig und bersten äusserst leicht durch Druck; ihr Pigment besteht aus winzig kleinen, plattgedrückten, länglichrunden Körperchen von höchstens 0,0007''' Länge, welche zum Theil schon innerhalb der Zellen, noch schöner, wenn sie frei sind, das Phänomen der Molecularbewegung in ausgezeichneter Weise darbieten. — In den Augen von Albinos fehlt das Pigment der *Chorioidea*, ganz ebenso, wenigstens theilweise, in der Region des *Tapetum* der Thiere, doch sind an diesen beiden Orten die Zellen, die dasselbe sonst enthalten, da, nur vollkommen blass.

Fig. 300.



In der Regenbogenhaut findet sich abweichend von der *Chorioidea* auch wirkliches Bindegewebe, welches mit zarten lockigen Bündeln, die zum Theil radiär, zum Theil besonders am Ciliarrande circulär verlaufen und mannigfach unter einander verflochten sind, die Hauptmasse des *Stroma* dieser Haut darstellt, und gegen die Oberfläche derselben zu einer mehr homogenen Lage sich gestaltet. In demselben

Fig. 300. Zellen des schwarzen Pigments des Menschen. *a*. Von der Fläche, *b*. von der Seite, *c*. Pigmentkörner.

finden sich eine grosse Zahl von länglichen Kernen, welche wenigstens einem Theile nach in spindelförmigen Zellen, ähnlich denen der *Chorioidea* nur kleiner, drin liegen, dann auch einige wenige starre blasse Fasern, die als Ausläufer des *Lig. iridis pectinatum* oder der *Demours*'schen Haut über einen Theil der vordern Fläche sich erstrecken, endlich auch die glatten Muskelfasern der *Iris*, die genau von derselben Beschaffenheit sind, wie die der *Chorioidea*. Dieselben bilden beim Menschen einen sehr deutlichen Schliessmuskel der Pupille, *Sphincter pupillae*, in Form eines $1/4'''$ breiten, genau am Pupillenrande der *Iris* befindlichen und der hinteren Fläche etwas näheren glatten Ringes, der an einer blauen *Iris* nach Entfernung des hinteren Pigmentes mit und ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu erkennen ist und auch in seine $0,02 - 0,03'''$ langen Elemente sich zerlegen lässt. Ausser diesem grösseren Muskelring finde ich in der Gegend des *Annulus iridis minor* noch einen ganz schmalen, der vorderen Irisfläche näheren Muskelring, von nur $1/40'''$ Breite. Den *Dilatator pupillae* kann ich nicht wie *Brücke* bis zum *Lig. pectinatum* und dem Rande der Glaslamelle der *Cornea* verfolgen, vielmehr scheint mir derselbe in der Substanz der *Iris* am Ciliarrande zu beginnen. So viel ich bei der Schwierigkeit der Untersuchung dieses Muskels sah, besteht derselbe aus vielen schmalen Bündeln, die, weit entfernt eine zusammenhängende Haut zu bilden, jedes für sich zwischen den Gefässen nach innen verlaufen und an den Rand des *Sphincter* sich inseriren.

Die *Iris* besitzt abweichend von der *Chorioidea*, an der vordern und hintern Fläche eine Zellenlage. Die letztere, die sogenannte *Uvea* der Autoren, oder das schwarze Pigment der *Iris* (Fig. 295 *n*), ist eine $0,0089'''$ dicke Lage kleiner, dicht erfüllter Pigmentzellen, ähnlich denen des *Corpus ciliare*, mit denen sie auch ununterbrochen zusammenhängen, welche die ganze hintere Irisfläche überzieht und bis an den Rand des Sehloches sich erstreckt. An Falten der *Iris* erscheint die Pigmentlage an ihrer freien Fläche durch eine feine aber scharf gezeichnete Linie begrenzt, welche von mehreren Anatomen als besondere Haut (*Membrana pigmenti Krause*, *M. limitans Pacini*, *Brücke*, *M. Jacobi Arnold*) beschrieben wurde und auch in der That in alten Augen und bei Zusatz von Alkalien stellenweise von dem Pigmente sich abhebt. Da jedoch in solchen Fällen die Pigmentschicht immer einer scharfen Contour ermangelt, und die Körner derselben blossgelegt sind und sich zerstreuen, so scheint mir diese Haut nichts als die vereinten äussern Zellwandungen der Pigmentzellen zu sein, welche, wie auch von andern Orten her (Darmzotten z. B.) bekannt ist, in ihrer Totalität, scheinbar als eine besondere Haut sich abheben. — Die Zellenlage der vordern Irisfläche ist ein einfaches Epithel mehr rundlicher und bedeutend abgeplatteter Zellen, die an der gefalteten *Iris* nicht als ein zusammenhängender, überall gleich breiter heller Saum, sondern mehr nur durch einzelne leichte Erhebungen sich bemerklich machen. Besser noch erkennt man diese Lage nach Entfernung des hintern Pigmentes auf Flächenansichten und dann durch Ab-

schaben der vorderen Irisfläche. — Die Farbe der *Iris* rührt im blauen Auge nur von dem durchschimmernden hintern Pigmente her, in gelbbräunlichen, braunen und schwarzen Augen dagegen von einem besonderen Irispigmente, das sehr unregelmässig vertheilt ist und so die besondern Zeichnungen der vordern Fläche hervorbringt. Dasselbe sitzt einmal im *Stroma* selbst und zwar vor allem in den spindelförmigen Zellen desselben, dann aber auch, wie mir scheint, frei zwischen den Fasern und Gefässen und in den Faserzellen des *Sphincter pupillae*, endlich in der vordern Epithelialschicht und besteht aus grössern oder kleinern Zellen, goldgelben oder bräunlichen unregelmässigen Körnern, Klümpchen und Streifen, nie aus den regelmässigen Pigmentkörnchen des eigentlichen Augenpigments.

Die Gefässe der *Tunica vasculosa* sind äusserst zahlreich und verhalten sich in den verschiedenen Theilen derselben verschieden. Die *Chorioidea* erhält ihr Blut von den *Art. ciliares posteriores breves*, etwa 20 kleinen Arterien, welche im hintern Umfange des Augapfels näher oder ferner vom Sehnerven die *Sclerotica* durchbohren, gabelförmig sich spaltend in der mittleren oder Gefässschicht derselben nach vorn laufen und in dreierlei Aeste sich theilen, 1) äussere, welche, nachdem sie durch fortgesetzte Theilungen eine gewisse Feinheit erlangt haben, direct in die *Venae vorticosae* übergehen; 2) innere, welche unmittelbar unter dem Pigment in der sogenannten *Membrana choriocapillaris* oder *Ruyschiana* in ein Capillarnetz übergehen und 3) vordere, die in das *Corpus ciliare* und die *Iris* sich fortsetzen. Das eben erwähnte Capillarnetz der innersten Lage der *Chorioidea*, das bei Thieren mit *Tapetum* innen an demselben liegt und leicht als besondere Haut sich darstellen lässt, was auch beim Menschen an injicirten und frischen Präparaten stellenweise gelingt, ist eines der zierlichsten und dichtesten die es gibt, indem die Maschen desselben bei einer Weite der Gefässe von 0,004''' nur 0,002—0,005''' messen und die Capillaren wie sternförmig von den grösseren Gefässen ausgehen. Dasselbe reicht, wie schon erwähnt, nur bis zur *Ora serrata* und macht hier etwas gröberen Gefässconvoluten mit Gefässen von 0,004''' Platz, welche, von den vorderen Aesten der *Ciliares post. breves* ausgehend, die *Processus ciliares* bilden und so dicht sind, dass ausser den Gefässen und

Fig. 301.



Fig. 301. Gefässe der *Chorioidea* u. *Iris* eines Kindes nach *Arnold*. Von innen angesehen, 10mal vergr. *a*. Capillarnetz des hintern Abschnittes der *Chorioidea* an der *Ora serrata b*. endend, *c*. Arterien der *Corona ciliaris*, die Ciliarfortsätze *d*. versorgend und zum Theil auf die *Iris e*. übergehend, *f*. Capillarnetz der Innenfläche des Pupillarrandes der *Iris*.

einer mehr homogenen, die Ciliarfortsätze stützenden Hülle kein anderes Gewebe in denselben da zu sein scheint. Von diesen verschiedenen Gegenden und vom Ciliarmuskel, der ebenfalls von den genannten Arterien einige Zweigchen erhält, fliesst das Blut ab vorzüglich durch die *Venae vorticosae*, welche auf den Arterien aufliegend zwei obere und zwei untere (auch wohl 5 und 6) zierliche Gefässsterne oder Wirtel bilden, ferner im Grunde des Augapfels durch einige kleine *Venae ciliares posticae breves*, welche Venen alle in derselben Weise wie die Arterien die *Sclerotica* durchbohren.

Die *Iris* erhält ihr Blut einmal von den Arterien der *Chorioidea* und dann von den *Art. ciliares post. longae* und den *Art. ciliares anticae*. Die erstern dringen mit ihren vordern Aesten zum Theil zwischen den Ciliarfortsätzen direct in die Blendung, zum Theil bilden sie, nachdem sie die Ciliarfortsätze versorgt haben, am Rande und vorderen Ende derselben kleine Stämmchen, die ebenfalls zur *Iris* weiter gehen. Die *Ciliares longae*, zwei an der Zahl, durchbohren etwas vor den *breves* rechts und links die *Sclerotica*, laufen in der äussern Pigmentschicht der *Chorioidea*, bis zum *Tensor chorioideae*, in welchem sie, jede in zwei Aeste gespalten und mit den *Ciliares anticae* vereint, welche 5 bis 6 an der Zahl die *Sclerotica* vorn durchbohren, oberflächlich im genannten Muskel einen unregelmässigen Arterienring, den *Circulus art. iridis major* erzeugen. Aus diesem gehen neben kleinen Gefässen aus ihm oder aus den ihn bildenden Gefässen für den Spannmuskel sehr viele radiär und geschlängelt in die *Iris* sich fortsetzende Aeste ab, welche mit den schon genannten Arterien aus der *Chorioidea* theils eine geringe Menge wirklicher Capillaren erzeugen, von denen namentlich eine Lage an der hintern Fläche des Pupillarrandes unter dem Pigmente sich befindet *(Arnold)*, theils unter fortgesetzten Theilungen bis zum Pupillarrande verlaufen, wo sie als feine aber auch noch nicht capillare Stämmchen schlingenförmig in Venen umbiegen, nachdem sie in der Gegend des *Annulus Iridis minor* noch einen zweiten meist unregelmässigen *Circulus arteriosus minor* gebildet haben. Die Venen der *Iris* entspringen aus den genannten Arterien und Capillaren, verlaufen, abgesehen von häufigen queren Anastomosen, ebenfalls radiär und münden 1) mehr von der hintern Fläche der *Iris* in die *Vasa vorticosa*, 2) in die *Venae ciliares posticae longae* und 3) nach *Arnold* und *Retzius* auch in den *Schlemm*'schen Canal, einen zwischen dem vordersten Rande der *Chorioidea* und *Sclerotica* befindlichen engen ringförmigen Canal (Fig. 295 *h)*, aus dem dann die *Venulae ciliares anticae* durch die *Sclerotica* das Blut nach aussen leiten.

Die Nerven der *Tunica vasculosa* sind ebenfalls recht zahlreich, allein einzig für den Ciliarmuskel und die *Iris* bestimmt. Es sind die *Nervuli ciliares*, die mit 15—18 Stämmchen die *Sclerotica* hinten durchbohren, dann in der äussern Lamelle der *Chorioidea* zum Theil in Furchen der *Sclerotica* nach vorne ziehen und schon vor ihrem Eintritt in den Ciliarmuskel mehrfach gabelig sich spalten. In demselben lösen sie

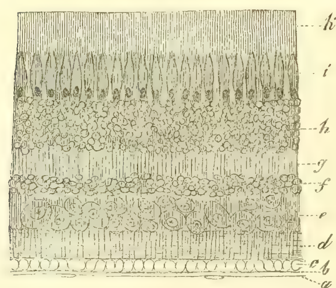
sich in ein reiches und dichtes Geflecht auf, aus dem theils viele Fäden für den genannten Muskel und die Hornhaut, theils die eigentlichen Irisnerven hervorgehen. Die letztern verlaufen mit den Blutgefässen unter zahlreichen Theilungen und namentlich im *Annulus minor* gelegenen Anastomosenbildungen bis zum Pupillarrande, wo sie in noch unbekannter Weise enden. Die Elemente aller dieser Nerven sind in den Stämmen mittelfeine und feine von 0,002 — 0,004''', und betragen in der *Iris* nur noch 0,001 — 0,002'''. Ganglienzellen sah ich nirgends an denselben, auch im Ciliarmuskel nicht, wo sie Bochdalek beschreibt.

Einige Autoren, und so neulich auch *Bochdalek*, glauben auch in der *Chorioidea* einzelne Nerven gesehen zu haben, was ich nach meinen bisherigen Erfahrungen nicht unterstützen kann. — In der neuesten Zeit beschreibt *Rainey (Philos. Magaz.* Mai 1851, pg. 420 und *Henle's Jahresb.* 1851, pg. 43) einen quergestreiften Choroidealmuskel, der die hintere Partie der Chorioidea einnehmen, in verschiedenen einander kreuzenden Lagen durch ihre ganze Dicke sich erstrecken und am leichtesten am Auge des Schafes dargestellt werden soll. Ich glaube mit *Henle*, dass diese Angaben auf einer Täuschung beruhen, wenigstens kann ich an der angegebenen Stelle bei Thieren und beim Menschen nichts von Muskelfasern entdecken.

§. 227.

Nervenhaut *Retina*. Die Nervenhaut ist die innerste der fünf Häute des Augapfels und liegt der Gefässhaut dicht an, erstreckt sich jedoch nicht so weit wie diese, sondern endet schon an der *Ora serrata* mit einem wellenförmigen Rande, *Margo undulato-dentatus s. Ora serrata retinae*, der einerseits mit der *Chorioidea*, andrerseits mit der *Hyaloidea* sehr innig zusammenhängt. Eine Fortsetzung der *Retina* auf den Ciliartheil der *M. hyaloidea*, die von vielen Anatomen angenommen wird, existirt nicht.

Fig. 302.



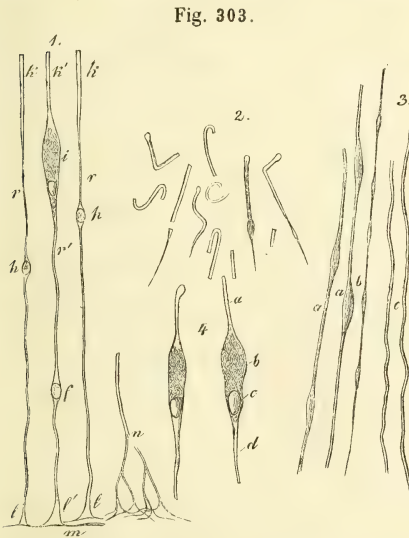
Die *Retina* ist eine zarte, frisch fast vollkommen durchsichtige und helle, im Tode weissliche und undurchsichtige Haut, welche an der Eintrittsstelle des Sehnerven zum Theil in continuirlichem Zusammenhang mit demselben beginnt, anfangs die Dicke von 0,1''' besitzt, nach vorn zu jedoch bald auf 0,06''' sich verdünnt, bis sie schliesslich nahe an ihrem vorderen Rande nur noch 0,04''' beträgt und endlich ganz scharf ausläuft. Trotz dieser verschiedenen Dicke lassen sich doch überall von aussen nach innen folgende Schichten deutlich an ihr unterscheiden: 1) die

Fig. 302. Senkrechter Durchschnitt der *Retina* des Menschen aus dem hintern Theile der Haut. 250 mal vergr. *a. Membr. hyaloidea* mit anliegenden Kernen, *b. Membrana limitans*, *c.* helle Kugeln (Epithel ?), *d.* Opticusausbreitung, *e.* Lage grauer Nervensubstanz, *f.* innere Körnerlage, *g.* fein granulirte Schicht, in der die radiären Fasern deutlicher sind als an den andern Stellen, *h.* äussere Körnerlage, *i.* innere Abtheilung der Stäbchenschicht mit den Zapfen, *k.* äussere Abtheilung derselben mit den Ausläufern der Zapfen und den eigentlichen Stäbchen.

Schicht der Stäbchen und Zapfen, 2) die Körnerschicht, 3) die Lage von grauer Nervensubstanz, 4) die Ausbreitung des Opticus und 5) die Begrenzungshaut, welche Schichten, mit Ausnahme der innersten überall gleich starken Lage, im allgemeinen mit der Dicke der ganzen *Retina* nach vorn zu an Stärke abnehmen.

1. Die Schicht der Stäbchen und Zapfen, *Stratum bacillorum s. Membrana Jacobi* (Fig. 302 *i k)* ist eine sehr merkwürdige, aus unzähligen das Licht stark reflectirenden stäbchen- und zapfenförmigen Körperchen äusserst regelmässig zusammengesetzte Schicht, welche bisher mit Ausnahme von *H. Müller* (s. unten) bei Thieren ganz unrichtig aufgefasst worden ist und auch vom Menschen nur sehr oberflächlich bekannt war. Dieselbe besteht aus zwei Elementen, den Stäbchen, *Bacilli (k)*, und den Zapfen, *Coni (i)*, welche zusammen eine einzige im Grunde des Auges 0,036‴, weiter vorn 0,024‴, zu vorderst nur noch 0,015‴ starke Lage bilden und im Allgemeinen so angeordnet sind, dass die zahlreicheren Stäbchen ihre dickeren Enden nach aussen kehren, während bei den Zapfen gerade das umgekehrte der Fall ist, weshalb die letzteren bei nicht vollkommner Untersuchung eine innere, besondere, schmälere, zwischen den innern Enden der Stäbchen gelegene Schicht auszumachen scheinen.

Fig. 303.



Die Stäbchen (Fig. 303, 1 *k*, 2) sind beim Menschen cylindrische, schmale, lange Körperchen, an denen ein dickeres äusseres Ende, das eigentliche Stäbchen, von einem dünneren inneren, dem Ausläufer oder Faden, zu unterscheiden ist. Das erstere, der den bisherigen Untersuchern fast allein bekannte Theil der

Fig. 303. Retinaelemente vom Menschen, 350 mal vergr. 1. Stäbchen und radiäre Fasern, *k.* eigentliche Stäbchen, *r.* Ausläufer der spitzen innern Enden derselben, *h.* Korn (Zelle) der äussern Körnerschicht, *l.* Verbreitertes Ende der von demselben ausgehenden radiären Faser an der Oberfläche der Opticusfaserlage, *k'* Stäbchen an einem Zapfen *i.* sitzend, *r'* von dem letztern ausgehende Faser zusammenhängend mit dem Korn *f.* der innern Körnerschicht und der Endanschwellung *l.* an der innern Oberfläche der Retina, *n.* einer der Faserbüschel, in welche die radiären Fasern manchmal zu innerst auslaufen. 2. Von ihren Fäden abgerissene Stäbchen in verschiedenen Zuständen der Knickung, Biegung etc. 3. Nervenfasern des Opticus, *a. b.* mehr gerade gröbere und feinere Fasern mit Varicositäten, *c.* ohne Varicositäten. 4. Zwei von ihren Fortsätzen *d.* abgerissene Zäpfchen *b.* mit etwas alterirten Stäbchen *a.* an ihren äusseren Enden, *c.* Kern der Zapfen.

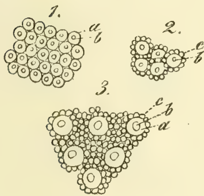
Stäbchen ist ein 0,0075—0,012—0,015''' langer, 0,0008''' breiter Cylinder, der am äusseren Ende quer abgestutzt ist, während das innere in eine kurze, 0,002—0,003''' lange Spitze ausläuft, welche häufig durch eine zarte quere Linie von dem übrigen Stäbchen abgesetzt ist und, wenn man will, schon zu dem Faden gerechnet werden kann. Dieser ist ein äusserst zarter, nur 0,0002—0,0003''' starker Fortsatz von überall gleicher Breite, der unmittelbar aus der Spitze des Stäbchens hervorgeht, die innere Hälfte der Stäbchenschicht durchläuft und in später zu beschreibender Weise mit den übrigen Elementen der *Retina* sich verbindet. Dieser Faden ist so zart, dass er bei den geringsten mechanischen die Stäbchenschicht treffenden Eingriffen meist dicht an seiner Ursprungsstelle reisst, woher es auch kommt, dass die bisherigen Untersucher fast nur die eigentlichen Stäbchen kannten und, wenn sie auch noch die manchmal etwas länger an den Stäbchen sich erhaltenden Fäden gesehen hatten, dieselben doch nur für Kunstproducte hielten. Auch verlegten seit *Hannover* alle die Spitzen dieser Organe nach aussen, was vollkommen unrichtig ist. — Die Substanz der Stäbchen ist hell, homogen, mit schwachem Fettglanz, sehr weich und biegsam und dabei leicht brechend. Ihre Zartheit ist so gross, dass sie schon durch Wasser die mannigfachsten Veränderungen erleiden, oft bis zum Unkenntlichwerden, wie verschiedentlich hakenförmig sich krümmen, zusammenbiegen, einrollen, kräuseln, in zwei oder mehr Stücke brechen und helle Tröpfen austreten lassen, die man oft in ungeheurer Menge zum Theil von den Stäbchen, zum Theil von den geborstenen Pigmentzellen der *Chorioidea* stammend, an der äussern Seite der *Retina* findet. Eine der gewöhnlichsten Veränderungen ist auch die, dass die Spitze, wenn sie nicht abfällt, was sehr häufig der Fall ist, varicös sich aufbläht, lanzettförmig wird und selbst zu einer Kugel sich gestaltet, an welcher dann oft noch der verschieden lange Faden sitzt, wozu dann häufig noch eine hakenförmige Umbiegung oder ein leichtes Anschwellen des stumpfen Endes des Stäbchens kommt. Von Reagentien werden die Stäbchen fast ohne Ausnahme sehr alterirt, vor allem die Stäbchen selbst, die trotz ihrer grösseren Breite doch minder Widerstand leisten als die Fäden. Aether und Alkohol machen dieselben zusammenschrumpfen und runzelig, oft unkenntlich, lösen sie aber nicht. In Essigsäure von 10% verkürzen sich dieselben augenblicklich sehr stark, blähen sich an mehreren Orten auf und zerfallen in helle Tröpfchen, die anfänglich noch Widerstand leisten, später dagegen verschwinden. Concentrirte Essigsäure löst sie in kurzer Zeit, ebenso Alkalien und Mineralsäuren, wogegen verdünnte Chromsäure sie, wenn auch etwas geschrumpft, doch noch am besten erhält.

Die Zapfen, *Coni* (Fig. 303 4), sind Stäbchen, die statt des Fadens an ihrem innern Ende mit einem zapfen- oder birnförmigen Körper versehen sind, der bei einer der halben Dicke der Stäbchenschicht gleichkommenden Länge (von 0,007—0,015''') die Breite von 0,0025—0,0045''' besitzt. Ein jeder dieser Zapfen besteht aus einem äussern dickeren und längeren,

fein granulirten und häufig mehr oder weniger bauchig aufgetriebenen Ende, das sich verschmälernd in ein gewöhnliches Stäbchen ohne Spitze übergeht, und aus einem kürzern, meist durch eine leichte Einbiegung etwas abgeschnürten innern Theil, in dem ein länglicher oder birnförmiger, dunkler und glänzender Körper von 0,002 — 0,003''' Länge eingeschlossen ist. Nach innen setzen sich diese Zapfen, in denen ich nichts als eine Zelle mit einem Kern sehen kann, durch feine Fäden von 0,0004 — 0,0006''', ähnlich denen der Stäbchen, in die folgenden Schichten der *Retina* fort, wo wir denselben noch begegnen werden.

Die Stellung der Stäbchen und Zapfen ist so, dass dieselben alle dicht neben einander, wie Pallisaden senkrecht auf der *Retina* stehen und mithin das eine Ende nach aussen gegen die *Chorioidea*, das andere gegen die Körnerschicht zuwenden. Die Zapfen bilden in der Nähe des gelben Fleckes eine fast zusammenhängende Lage (Fig. 304 2), so dass die Stäbchen nur in einfachen Reihen zwischen denselben stehen, weiter nach vorn rücken dieselben jedoch auseinander, so dass sie zuerst um 0,002—0,003''', in den vorderen Theilen der *Retina* selbst um 0,004 — 0,005''' von einander abstehen (Fig. 304 3) und mehr Stäbchen zwischen denselben Platz haben. Von aussen betrachtet, zeigt die Stäbchenschicht, wenn die äusserste Oberfläche eingestellt ist, näher oder ferner stehende rundliche, von einer hellen Substanz, die auch sonst zwischen den Elementen dieser Schicht sich findet, erfüllte Lücken, entsprechend den Zapfen, in denen ein dunkler kleiner Kreis, die Endfläche oder der scheinbare Querschnitt des an den Zapfen sitzenden Stäbchen erscheint und ringsherum in einfachen, doppelten oder mehrfachen, netzförmig verbundenen Zügen die mosaikartig, dicht aneinander gedrängten Endflächen der eigentlichen Stäbchen (Fig. 304).

Fig. 304.



2. Die Körnerschicht, *Stratum granulosum* (Fig. 303 *h f*), besteht aus dunklen, das Licht ziemlich stark zurückwerfenden granulirten Körpern von runder oder ovaler Gestalt und 0,002 — 0,004''' Grösse, welche bald wie freie Kerne, bald wie kleine, von grossen Kernen fast ganz erfüllte Zellen sich ausnehmen, jedoch meinen Erfahrungen zufolge alle in die letzte Kategorie gehören möchten. Ich finde nämlich besonders an Chromsäurepräparaten, dass von jedem Korn regelmässig nach beiden Seiten sehr feine, 0,0002 — 0,0003''' starke Fäden abtreten, welche in vielen Fällen deutlich von einer blassen Contour derselben ausgehen, so dass das Ganze im Kleinen einer bipolaren Ganglienzelle sehr ähnlich ist. Beim Menschen liegen die Körner in dem grössten Theile der *Retina*

Fig. 304. Stäbchenschicht von aussen. 1 Am gelben Fleck (nur Zapfen), 2 an der Grenze desselben, 3 von der Mitte der *Retina*. *a*. Zapfen oder denselben entsprechende Lücken, *b*. Stäbchen der Zapfen, deren Endfläche manchmal etwas tiefer steht als die der eigentlichen Stäbchen *c*. 350 mal vergr.

in zwei Lagen, einer äusseren stärkeren von 0,013—0,016‴ *(h)* und einer innern schwächern *(f)* von 0,006—0,008‴, welche durch eine helle, 0,006—0,008‴ mächtige, fein granulirte und zum Theil senkrechtstreifige Lage *(g)* von einander gesondert sind, während dieselben gegen die *Ora serrata* zu, eine einzige Lage von nur 0,015‴ ausmachen. Die Körner der innern Schicht sind um ein unmerkliches grösser, als die der äussern, und finde ich dieselben, wenn sie was meist der Fall ist länglich rund sind, mit ihrer Längenaxe in der Richtung der Dicke der *Retina* gestellt, so dass ihre Fortsätze wie bei der äussern Schicht gerade nach innen und nach aussen stehen.

3. Die Lage grauer Hirnsubstanz (Fig. 302 *e)* ist gegen die Körnerschicht ziemlich scharf abgegrenzt, weniger gegen die Lage der Opticusfasern, zwischen deren Elemente dieselbe mehr oder weniger sich hineinzieht. Dieselbe besteht aus einer feinkörnigen Matrix, welche genau mit derjenigen der grauen Substanz an der Oberfläche des grossen und kleinen Gehirns übereinstimmt, und sehr vielen in dieselbe eingestreuten Nervenzellen. Von diesen sind ein Theil, namentlich in der äussern Hälfte dieser 0,008—0,012‴—0,02‴ dicken Lage klein (von 0,003—0,006‴), unscheinbar und an frischen Präparaten häufig nur an ihren hübschen bläschenförmigen Kernen zu erkennen, ein anderer Theil dagegen, der nach innen eine fast zusammenhängende Lage bildet, grösser von 0,006 — 0,016‴ Diese Zellen sind meist birnförmig oder rundlich, 'auch wohl in 3 — 5 Ecken ausgezogen und besitzen die meisten, vielleicht alle von *Bowman* zuerst beobachtete (s. *Lectures on the eye* pg. 125), dann auch von *Hassall*, *Corti* und mir beschriebene blasse Fortsätze ähnlich denen der centralen Nervenzellen. Diese Ausläufer finden sich zu 1, 2—6 und mehr, haben anfangs bis 0,002‴ Breite, verfeinern sich jedoch im weitern Verlauf unter zahlreichen Theilungen immer mehr, bis zu feinen Fädchen von kaum 0,0004‴, welche an isolirten Zellen abgerissen enden. In allen Fällen, wo ich diese Nervenzellen deutlich *in situ* erkannte, gingen die Fortsätze derselben nach aussen ab, und schienen dann ohne in die Körnerlage einzudringen im weitern Verlauf umzubiegen, um innerhalb der grauen Nervenlage selbst sich zu verästeln. Die Kerne dieser Nervenzellen, die gegen Reagentien wie die der Zellen des Gehirns sich verhalten, messen 0,003—0,005‴ und haben meist einen ganz deutlichen *Nucleolus*.

Fig. 305.

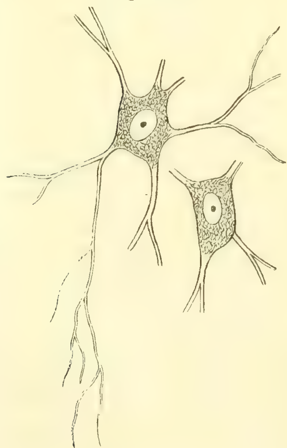


Fig. 305. Nervenzellen mit Fortsätzen aus der Retina des Ochsen, 350 mal vergr.

4) Nach innen von der genannten Schicht folgt die Ausbreitung

des Opticus *(d)*. Dieser Nerv verhält sich vom Chiasma an, über das S. 301 nachzusehen ist, bis zum Auge wie ein gewöhnlicher Nerv, und bilden seine 0,0005 — 0,002‴ starken, sehr zu Varicositäten geneigten dunkelrandigen Fasern, zwischen denen nach *Hassall* auch Nervenzellen sich finden sollen, welche ich noch nicht gesehn, polygonale, von gewöhnlichem Neurilem umfasste Bündel von 0,048 — 0,064‴ Dicke. Am Auge angelangt verliert sich die Scheide des Sehnerven in der *Sclerotica*, welche eine von aussen nach innen sich verengernde trichterförmige Oeffnung zum Durchtritte des Nerven hat, und ebenso endet auch das innere Neurilem in der Ebene der innern Oberfläche der genannten Haut, allwo es künstlich als eine siebförmig durchbrochene Lamelle (*Lamina cribrosa*) der Autoren sich darstellen lässt, so dass die Nervenröhren des Opticus allein für sich ohne ihre bindegewebigen Hüllen in das Innere des Auges treten. Innerhalb des Canales der *Sclerotica* und bis zu der leichten Erhebung, dem *Colliculus nervi optici*, mit welcher derselbe an der innern Oberfläche der *Retina* vortritt, ist der Opticus noch weiss und mit dunkelrandigen Röhren versehen, von da an werden dagegen seine Elemente beim Menschen und bei vielen Thieren ganz hell, gelblich oder graulich durchscheinend, wie die feinsten Röhren in den Centralorganen und messen durchschnittlich nicht mehr als 0,0006—0,0008‴ während nicht wenige nur 0,0002 — 0,0004‴ betragen, einzelne allerdings auch bis zu 0,001, 0,0015 selbst 0,002‴ heraufgehn. Was sie vor andern blassen Nervenendigungen auszeichnet, ist der Mangel von Kernen in ihrem Verlauf, ein etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen und das häufige Vorkommen von Varicositäten, welche zwei letztern Momente, wenn auch nicht gerade auf ein Nervenmark wie in gewöhnlichen Nerven, doch wenigstens auf einen theilweise halbflüssigen und vielleicht noch etwas fetthaltigen Inhalt schliessen lassen und die Nervenfasern der *Retina* den zartesten Elementen des Gehirns an die Seite stellen. Axenfasern und Hüllen habe ich an den Retinafasern noch nicht darzustellen vermocht, doch möchte ich hieraus noch nicht auf ihre Abwesenheit schliessen. Auf jeden Fall bestehen die Retinafasern nicht bloss aus Nervenmark, denn wenn man dieselben auch noch so eindringlich mit Aether behandelt, so bleiben dieselben zwar schmäler, aber deutlicher und dunkler als früher zurück. So behandelte Fasern quellen in kalter Essigsäure wieder auf und lösen sich in Alkalien, bestehen mithin wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus stickstoffhaltiger Substanz.

Den Verlauf der Nervenfasern in der *Retina* anlangend, so ist so viel sicher, dass dieselben vom *Colliculus nervi optici* aus radienartig nach allen Seiten ausstrahlen und eine zusammenhängende hautartige Ausbreitung bilden, welche bis zur *Ora serrata retinae* sich erstreckt und nur in der Gegend des gelben Fleckes eine grössere Unterbrechung zeigt. In dieser eigentlichen Nervenhaut sind die Nervenfasern zu grösseren und kleineren, meist 0,01—0,012‴ breiten, seitlich leicht comprimirten Bündeln zusammengefasst, welche entweder unter sehr spitzen Winkeln mit

einander anastomosiren oder auf lange Strecken parallel nebeneinander verlaufen. Die Endigungen dieser Nerven sind, wie man trotz aller Angaben verschiedener Autoren ungescheut behaupten darf, noch gänzlich unbekannt und will ich, da weiter unten von diesem Gegenstande noch weiter die Rede sein wird, hier nur so viel bemerken, dass dieselben auf jeden Fall nicht nur vorne, sondern überall in der *Retina* sich finden, da die Lage der Nervenfasern von vorn nach hinten zusehends dünner wird. Ich bestimmte ihre Breite beim Menschen im Grunde des Auges zu 0,036‴, 2‴ nach aussen vom gelben Fleck zu 0,006—0,008‴, unfern der *Ora serrata* zu 0,002‴.

5. Die Begrenzungshaut, *Membrana limitans (b)* ist ein zartes, mit der übrigen *Retina* innig vereinigtes Häutchen von 0,0005‴ Breite, welches beim Zerzupfen der *Retina* und bei Anwendung von Reagentien manchmal in grösseren Fetzen sich ablöst und dann als vollkommen structurlos sich ergibt. An der innern Seite desselben gegen die *Membrana hyaloidea (a)* erkennt man an der gefalteten *Retina* hie und da abgeplattete Zellenkerne, die sicherlich keinem Epithel angehören und auch kaum vom Glaskörper herrühren, da derselbe immer leicht von der *Retina* sich trennt. Eine andere Bewandtniss scheint es mit einem hellen, nach aussen von der *Membrana limitans* gelegenen, leicht gelblichen Saume von 0,002—0,003‴ Breite zu haben, der an einer vollkommen frischen *Retina* auf Falten, wie mit der Begrenzungshaut verschmolzen erscheint, bald jedoch mehr oder minder deutlich die Contouren von äusserst hellen und durchsichtigen kugeligen Körpern *(b)* von 0,002—0,003‴ zeigt. Noch später, bei Zusatz von Wasser alsobald, treten aus dem hellen Saume der *Retina* eine grosse Zahl von hellen Kugeln, wie Eiweisstropfen, aus und dann schwindet derselbe ausser der *Membr. limitans*, manchmal auch mit dieser, ganz. *Todd-Bowman* sprechen die genannten hellen Körper für Zellen an und bilden auch ein kleines kernartiges Gebilde in denselben ab, und ich will dieser Auffassung nicht gerade entgegen sein, doch habe ich mich bisher noch auf keine Weise von der Existenz von Kernen und wirklichen Zellen in dieser Schicht überzeugen können.

Am gelben Fleck ist das Verhalten der Elemente in manchem eigenthümlich. Erstens fehlt hier eine zusammenhängende Lage von Opticusfasern gänzlich und stösst die Schicht von Nervenzellen, die eine dicht an der andern liegen, unmittelbar an die *Membrana limitans*. Zwischen diesen Zellen verlaufen jedoch ebenfalls von den Seiten und dem innern Ende des Fleckens in denselben eintretende Nervenfasern isolirt oder in ganz kleinen Bündelchen und verlieren sich in nicht genau zu bestimmender Art. In der Mitte des gelben Fleckes findet sich eine verdünnte, der Körnerschicht ermangelnde, ungefärbte Stelle von 0,08—0,1‴ Durchmesser, durch welche das Pigment der *Chorioidea* durchschimmert und die daher wie ein dunkler Punkt erscheint, das sogenannte *Foramen centrale*. Die *Plica centralis* ist im Leben nicht vorhanden, wohl aber die gelbe Farbe, die von einem

diffusen, alle Retinatheile mit Ausnahme der Stäbchen tränkenden Pigmente herrührt. Diese letztern treten hier einzig und allein in Form von Zapfen, *Coni*, auf, indem, wie neulich *Henle (Zeitschr. f. rat. Path.* 1852 II. pg. 307) richtig meldet, die eigentlichen Stäbchen im gelben Fleck und in dessen nächster Umgebung gänzlich fehlen. Statt ihrer bilden die Zapfen eine ganz continuirliche Schicht, sind schmäler als anderwärts (nur 0,002—0,0024‴ breit) und tragen an ihrem äussern Ende hier wie anderwärts nicht kurze Stiftchen, wie *Henle* angibt, sondern gewöhnliche Stäbchen, hier nur von 0,0006—0,0007‴ Breite (Fig. 304 1).

Nach gegebener Beschreibung der Elemente der verschiedenen Retinaschichten wird es gut sein, noch einen Blick auf den Zusammenhang derselben zu werfen. Ich habe an menschlichen Augen ermittelt, dass die Fasern, welche von den Stäbchen und Zapfen nach innen und von den Körnern nach beiden Seiten abgehen, im Zusammenhang stehen und nur Theile eines ausser von *H. Müller* noch von Niemand im Zusammenhang erkannten Fasersystemes der *Retina* sind, das mit seinen Elementen in grosser Zahl senkrecht die ganze Dicke der *Retina* durchsetzt und das radiäre Fasersystem (Radialfasern, *H. Müller)* genannt werden soll, im Gegensatz zum horizontalen, dem der Ausbreitung des Opticus. Geht man von der Stäbchenschicht aus, so ergibt sich, dass die von den Stäbchen und Zapfen auslaufenden feinen Fäden mit den von den Körnern nach aussen abtretenden ähnlichen Fortsätzen direct zusammenhängen, in der Art das die Fäden der Stäbchen (Fig. 303 1 *rr)* mit den Körnern der äussern Körnerschicht, die der Zapfen (Fig, 303 1 *r')* mit denen der innern Körnerlage sich verbinden und zwar immer je ein Zapfen oder Stäbchen mit einem Korn, die letzteren vielleicht auch mit mehreren. Die von den beiderlei Körnern nach innen verlaufenden Fäden, die an senkrechten Schnitten ziemlich leicht zu verfolgen sind, setzen geraden Weges oder leicht gebogen durch die Schicht grauer Nervensubstanz hindurch, ohne mit deren Elementen sich zu verbinden und treten in die Ausbreitung der Opticusfasern ein, woselbst sie, wie besonders im hintern Theile der *Retina*, wo die Nervenfaserlage dick ist, leicht sich ersehen lässt, in den zwischen den Nervenbündeln gelegenen spaltenförmigen Lücken fascikelweise bis gegen die *Membrana limitans* verlaufen. Ich habe mir viele Mühe gegeben, ihr Verhalten an der Oberfläche der *Retina* zu erforschen und in dieser Beziehung folgendes gefunden. Wenn man die *Retina* von der innern Oberfläche mit starker Vergrösserung untersucht, so sieht man in der hintern Hälfte derselben, wo die Bündel der Opticusfasern noch deutlich ausgeprägt sind, zwischen denselben eine eigenthümliche Zeichnung nämlich Reihen von Punkten, von kleinen sternförmigen Figuren oder von Strichelchen, die manchmal (auch bei Thieren, beim Ochsen z. B.) regelmässig von den Bündeln her gegen einander convergiren, wie die Strahlen einer Feder. Verfolgt man diese Gebilde auf senkrechten Schnitten, so erkennt man leicht, dass dieselben nichts anderes sind als die Enden der radiären Fasern, welche zwischen den Nervenbündeln auf-

tauchen und hier etwas eigenthümlich sich gestalten. Während nämlich dieselben in der Tiefe der *Retina* einfache blasse Fäden von höchstens 0,0008''' sind, modificiren sie sich hier in der Art, dass die einen einfach sich verbreiten und mit einem 3eckigen blassen Körperchen von 0,0015—0,003''' Länge und Breite (Fig. 303 1, *l)* enden, von dessen innern Ecken nochmals 1 oder 2 Fäden horizontal abgehen, die andern dagegen, ohne sich zu verbreitern, in ein ganzes Büschel von 5—9 und mehr feinen Fasern ausgehen (Fig. 303 1, *n*), welche ebenfalls nach den Seiten sich umlegen und in das Niveau der Nervenfaserausstrahlung treten. Was aus diesen letzten innersten Ausläufern des radiären Fasersystems weiter wird, hat mir noch nicht zu beobachten geglückt, so eifrig ich auch darnach forschte, und muss ich leider gerade mit Bezug auf diesen einen sehr wichtigen Punkt in der Anatomie der *Retina* eine Lücke lassen. Entweder enden die radiären Fasern wirklich mit den von mir gesehenen an der Oberfläche der Nervenfaserausbreitung beobachteten Fäden, oder diese setzen sich in die wirklichen Opticusfasern fort, oder verbinden sich wenigstens mit ihnen. Vom physiologischen Gesichtspunkte aus, wäre die letzte Auffassung auf jeden Fall die zusagendste und könnte man zur Unterstützung derselben noch anführen, dass in den ächten Nervenfaserbündeln der *Retina* neben den varicösen Nervenröhren (Fig. 303 3 *a b)* noch eine andere Art von Fasern sich findet (Fig. 303 3 *c)*, die bei gleicher Stärke durch den Mangel von Varicositäten und den minder graden, mehr geschlängelten und unregelmässigen Verlauf ganz mit den radiären Fasern übereinstimmt. Es könnten diese Fasern die unmittelbaren Fortsetzungen der horizontalen Endausläufer der radiären Fasern sein, welche dann im weitern Verlauf gegen den Opticus gewöhnlichen Nervenröhren immer ähnlicher werden und einen mehr geraden Verlauf annehmen. So ansprechend nun auch diese Auffassung sein mag, wornach die Stäbchen die Enden der Opticusfasern wären, so muss man sich doch auch die bedeutenden Schwierigkeiten nicht verhehlen, die aus derselben sich ergeben, unter denen nicht die geringste die ist, dass obschon der Stäbchen und Zapfen sicherlich 50 mal mehr sind, als der Opticusfasern, doch die von den erstern ausgehenden radiären Fasern beim Uebergang in die Opticusfasern sich theilen und wie man wohl annehmen müsste in mehrere derselben sich fortsetzen, eine Schwierigkeit, die sich zwar durch die Hypothese beseitigen liesse, dass eine Opticusfaser viele radiäre Fasern aufnimmt oder abgibt, jedoch nichts destoweniger der Art ist, dass ich es nicht für gerathen halte, weiter auf diesem von keinen Thatsachen gestützten Boden fortzuschreiten.

Trotz des Dunkels, das dem eben Bemerkten zu Folge noch über einen sehr wichtigen Punkt der Anatomie der *Retina* verbreitet ist, wird die Physiologie doch aus den mitgetheilten Daten schon jetzt einigen Nutzen ziehen können. Vor allem erscheint die Stäbchenschicht, nachdem nun ihr Zusammenhang mit dem radiären Fasersystem und den Körnern der *Retina* von *H. Müller* und mir nachgewiesen ist, in einem ganz andern Lichte als

früher und ergibt es sich nunmehr als ganz unmöglich, in derselben einen katoptrischen reflectirenden Apparat (Brücke) zu sehen. Ich halte die Stäbchen und Zapfen, die auch chemisch mit den Nervenfasern der *Retina* so zu sagen ganz übereinstimmen, und das gesammte radiäre Fasersystem der *Retina* für ächt nervöse Elemente und wage es hiermit die kühne, auf minder festgestellter Basis auch schon da gewesene Vermuthung zu äussern, dass die Stäbchen und Zapfen die eigentlich lichtempfindenden Theile sind, welche ihre Zustände durch directe oder indirecte Verbindung ihrer Faserausläufer mit den Opticusfasern denselben mittheilen, durch die sie dann zum Bewusstsein gebracht werden. Dass die Opticusfasern in der Nervenfaserausbreitung der *Retina* kein Licht empfinden, scheint mir dadurch bewiesen, dass 1) die Stelle der *Retina*, wo nur solche Fasern und sonst keine andern *Retina* Elemente sich finden, nämlich die Eintrittsstelle des Sehnerven, nicht empfindet, 2) die Opticusfasern fast überall in der *Retina* und vor allem in der Nähe der *Macula lutea* in solcher Menge übereinander liegen, dass sie unmöglich Licht empfinden können, indem jeder Lichteindruck, weil die Fasern durchsichtig sind, auf jeden Fall immer viele Fasern treffen und so nothwendig ganz verworrene Sensationen erzeugen müsste, 3) endlich der Theil der *Retina*, der keine continuirliche Nervenfaserlage an seiner innern Oberfläche hat, nämlich der gelbe Fleck, die grösste Empfindlichkeit für das Licht besitzt. Bei dieser Auffassung wäre dann auch einmal die Bedeutung der so höchst auffallend angeordneten Stäbchen begriffen und die fast ganz unerklärliche Uebereinstimmung in der Grösse der Bilder der kleinsten noch zu unterscheidenden Zwischenräume zweier Körper und des Durchmessers der Stäbchen und Zapfen in ihr wahres Licht gesetzt. — Ueber die Bedeutung der übrigen Elemente der *Retina* etwas auszusagen halte ich für unmöglich, denn wenn man auch die Körner mit kleinen bipolaren Ganglienkörpern vergleicht und ihren Zusammenhang mit den radiären Fasern kennt, so ist doch hiermit für ihre Function ebenso wenig ein Anhaltspunkt gegeben, als wenn man von den grossen Nervenzellen der innern Lagen weiss, dass sie viele Fortsätze haben und wahrscheinlich frei enden.

Die Gefässe der *Retina* stammen aus der *Art. centralis retinae*, welche im Opticus gelegen ins Auge eintritt und von der Mitte des *Colliculus nervi optici* mit 4—5 Hauptästen ihre Ausstrahlung beginnt. Anfänglich nur unter der *Membrana limitans* gelegen dringen dieselben durch die Nervenfaserschicht in die Lage grauer Nervensubstanz, breiten sich unter zierlichen baumförmigen Verästelungen bis zur *Ora serrata* aus und gehen mit ihren Endausläufern allerwärts in ein etwas weitmaschiges Netz sehr feiner (von 0,002—0,003‴) Capillaren über, das vorzüglich in der Lage grauer Nervensubstanz, zum Theil auch in der Opticusausbreitung seinen Sitz hat. Die Venen beginnen bei Thieren mit einem unvollständigen Kranz, *Circulus venosus retinae*, an der *Ora serrata*, verlaufen mit ihren Stämmen einfach neben den Arterien und sammeln sich zur *Vena centralis*, die neben der Arterie das Auge verlässt. Am gelben Fleck finden sich

keine grössern Gefässe nur zahlreiche Capillaren. — Nerven habe ich an den Gefässen der *Retina* noch stets vermisst, dagegen fand ich an der Aussenseite der grösseren Gefässe hie und da Spuren eines begleitenden Fasergewebes, das embryonalem netzförmigem Bindegewebe noch am Nächsten kam.

Das radiäre Fasersystem der *Retina*, obschon in einzelnen seiner Theile schon von ältern und neuern Forschern wahrgenommen, war doch von Niemand in seinem Zusammenhange erfasst worden und ist es das grosse Verdienst von *H. Müller*, diese wichtige Bildung bei Thieren aller Klassen genau verfolgt zu haben. Ich habe *Müller's* Beobachtungen an dem von ihm nicht untersuchten menschlichen Auge geprüft und alles von ihm angegebene auch hier zu bewahrheiten und zum Theil noch weiter auszudehnen vermocht. Der Grund, warum das radiäre Fasersystem und die Beziehung der Stäbchen zu demselben bisher unbekannt geblieben war, ist der, dass ausser *Bowman* meines Wissens Niemand mit dem unerlässlichen Studium senkrechter Schnitte der *Retina* sich befasst hatte, ferner Niemand auf den Gedanken gekommen war, auch die Chromsäure bei der *Retina* anzuwenden, obschon dieselbe bei nervösen Theilen sonst so herrliche Dienste leistet und ich noch *in specie* gezeigt hatte, dass die multipolaren Retinazellen in ihr trefflich sich erhalten. Nimmt man zu der Erforschung von Durchschnitten und Chromsäurepräparaten noch frische Theile, so wird man sehr genügende Bilder der geschilderten Theile erhalten und erstaunen, dass man in solcher Zahl die ganze *Retina* durchsetzende Fasern bisher übersah. — Mit dem von *Müller* und mir jetzt Mitgetheilten ist übrigens erst der Anfang einer ganz neuen Untersuchung der *Retina* gegeben, die noch viel Zeit und Kräfte in Anspruch nehmen wird, bis sie mit einem sichern Resultat geschlossen werden kann. — Künftige Forscher mögen namentlich die Beziehungen der radiären und Opticusfasern ins Auge fassen, dann ob die Opticusfasern in der *Retina* sich theilen, wie *Hassall* und *Corti* behaupten, endlich ob die Nervenzellen mit den Nervenfasern direct zusammenhängen (*Corti*) oder nicht.

§. 228.

Die Linse, *Lens crystallina*, ist ein vollkommen durchsichtiger, an seiner hintern Fläche mit dem Glaskörper und seitlich mit dem Ende der *Hyaloidea*, der *Zonula Zinnii* verbundener Körper, an dem die eigentliche Linse und die Linsenkapsel zu unterscheiden sind.

Die Linsenkapsel, *Capsula lentis*, besteht aus zwei Elementen, der eigentlichen Kapsel und dem Epithel. Jene ist eine durchaus structurlose, wasserklare, sehr elastische Haut, die wie aus einem Guss geformt die Linse von allen Seiten umgibt und von den benachbarten Gebilden trennt. Legt man eine Linse mit ihrer Kapsel in Wasser, so saugt sich die letztere bedeutend voll, womit also gezeigt ist, dass solche Häute trotz ihrer scheinbar gleichartigen Structur doch sehr leicht permeabel sind, so dass mithin die Ernährung der gefässlosen Linse ohne Schwierigkeit durch von aussen eindringende Substanzen besorgt werden kann. Die Linsenkapsel, die an ihrer vordern Wand 0,005—0,008‴, hinter dem Ansatz der *Zonula Zinnii*, wo sie auf einmal sich verdünnt, nur noch 0,002—0,003‴ misst, lässt sich leicht zerreissen, durchstechen oder zerschneiden, leistet dagegen einem stumpfen Instrumente bedeutenden Widerstand. Sticht man eine unversehrte Kapsel an, so zieht sich

dieselbe vermöge ihrer Elasticität so zusammen, dass die Linse nicht selten von selbst austritt. In ihren mikrochemischen Reactionen verhält sich die Linsenkapsel ganz wie andere Glashäute, nur dass sie nach Strahl (*Archiv f. phys. Heilk.* 1852) durch Kochen in Wasser aufgelöst werden soll. — Das Epithel der Linsenkapsel sitzt nicht an der äussern Fläche, wie Brücke angibt, sondern an der innern gegen die Linse zu und kleidet als eine einfache Lage schöner heller polygonaler Zellen von 0,006—0,01‴ mit runden Kernen die vordere Hälfte der Linsenkapsel aus. Im Tode lösen sich die Elemente desselben leicht von einander, dehnen sich zu wasserklaren kugelrunden Blasen aus, von denen viele bersten, und stellen sammt einigen Tropfen von eingedrungenem *Humor aqueus* die sogenannte *Morgagni*'sche Feuchtigkeit dar, welche im Leben, wo das Epithel genau an die Linsenoberfläche sich anschmiegt, durchaus nicht existirt.

Die Linse selbst besteht durch und durch aus langen platten, sechsseitigen, 0,0025—0,005‴ breiten, 0,009—0,0014‴ dicken Elementen von wasserklarem Ansehn, grosser Biegsamkeit und Weichheit und einer bedeutenden Zähigkeit, welche gemeinhin als Linsenfasern bezeichnet werden, jedoch nichts anderes als zartwandige Röhren mit hellem, zähem, eiweissartigem Inhalt sind, der beim Zerreissen in grossen unregelmässigen Tropfen aus ihnen tritt, und daher ebenso passend Linsenröhren genannt werden können. In mikroskopischer Beziehung zeichnen sich dieselben dadurch aus, dass sie in allen Substanzen, die Eiweiss gerinnen machen, dunkler und deutlicher werden, daher solche Reagentien auch, namentlich Salpetersäure, Alcohol, Creosot und Chromsäure vortrefflich zur Untersuchung der Linse sich eignen, in caustischen Alkalien dagegen rasch sich lösen und von Essigsäure ebenfalls sehr angegriffen werden. Die Vereinigung der Linsenröhren, die in den festeren innern Schichten der Linse, dem sogenannten Linsenkern, fester, schmäler und dunkler sind, als in den weicheren äusseren Theilen, kommt durch einfache Aneinanderlagerung der Röhren zu Stande, wobei dieselben mit ihren Flächen ohne Ausnahme parallel der Linsenoberfläche sich legen, und mit ihren zugeschärften Rändern regelmässig ineinander eingreifen, so dass, wie Fig. 306, 2 ergibt, im Innern der Linse jede Röhre von

Fig. 306.

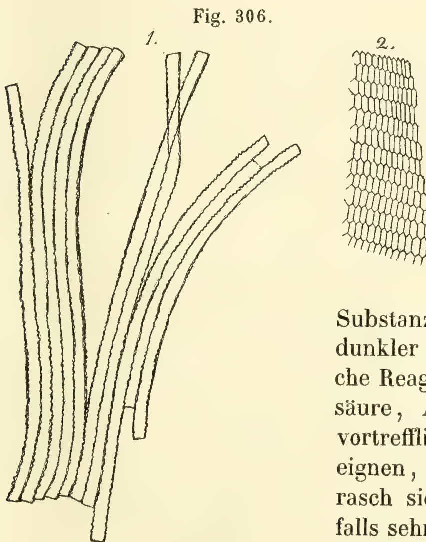
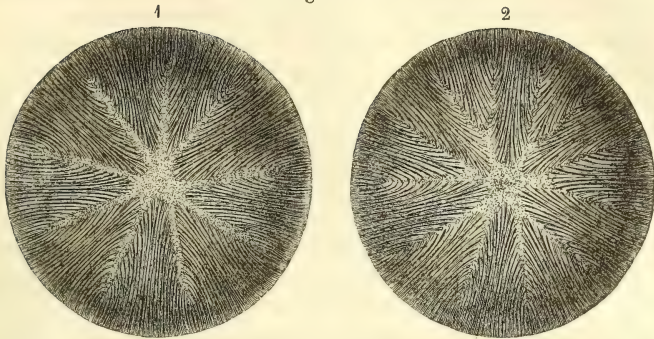


Fig. 306. Linsenröhren oder Fasern. 1. vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenröhren vom Menschen, 350 mal vergr.

6 andern umgeben ist und die Querschnitte derselben das Bild einer aus 6seitigen Backsteinen aufgeführten Mauer geben. An ihren Rändern und Randflächen sind die Röhren meist auch etwas uneben, ja selbst gezackt (bei Thieren, namentlich Fischen, ausgezeichnet schön), so dass hierdurch die seitliche Verbindung derselben inniger wird, als die ihrer breiteren Flächen, und deshalb auch die Linse leichter in der Richtung der Oberfläche in Lamellen als in der Dicke in senkrecht stehende Blätter zerfällt. Man kann auch aus diesem Grunde der Linse, wie dies gewöhnlich geschieht, einen lamellösen Bau zuschreiben, in der Art, dass sie, ähnlich einer Zwiebel, aus ineinander eingeschachtelten Blättern besteht, nur muss man nicht aus den Augen lassen, dass diese Blätter keine regelmässig begrenzten Schichten sind und nie aus einer einzigen Lage von Linsenröhren bestehen, ferner, was physiologisch von grösserer Wichtigkeit sein möchte, dass die Linsenelemente in der Richtung der Dicke eigentlich noch regelmässiger angeordnet sind, so dass sie durch die ganze Linse hindurch einander decken und dieselbe auch als aus sehr vielen senkrechten Segmenten von der Breite einer einzigen Linsenfaser bestehend gedacht werden kann.

Der Verlauf der Linsenröhren in den einzelnen Lamellen ist im Allgemeinen so, dass dieselben oberflächlich wie in der Tiefe von der Mitte der Linse radienartig nach den Rändern ausstrahlen und hiernach auf die andere, vordere oder hintere Fläche sich umbiegen, so jedoch dass keine Faser den vollen halben Umfang der Linse durchläuft und z. B. von der Mitte der vordern Fläche bis zu derjenigen der hintern gelangt. Genauer bezeichnet gehen die Linsenröhren an der vorderen und hinteren Linsenfläche nicht genau bis zur Mitte, sondern enden an einer hier befindlichen sternförmigen Figur. Beim Fötus und beim Neugebornen hat jeder von blossem Auge leicht sichtbare Linsenstern 3 Strahlen, die meist regelmässig unter Winkeln von 120° zusammenstossen; beim vordern Stern stehen zwei Strahlen nach unten einer nach oben, umgekehrt beim hintern Stern, der mithin verglichen mit dem vordern wie um 60° gedreht erscheint. Die Linsenröhren nun, welche von der Mitte des vorderen Sternes ausgehen, verlaufen an der hintern Seite nur bis zu den Enden der 3 Strahlen, und umgekehrt erreichen die vom hintern Pol beginnenden nicht die vordere Mitte; ebenso verhalten sich auch alle zwischen diesen beiden Punkten gelegenen Röhren, so dass mithin keine derselben ganz herum geht, alle in einer Schicht befindlichen gleich lang sind. Gerade eben so verhält sich nun auch der Kern der Linse des Erwachsenen, wogegen in den oberflächlichen Lamellen und an der Oberfläche selbst ein zusammengesetzterer Stern mit 9—16 verschieden langen und selten ganz regelmässigen Ausläufern zum Vorschein kommt, an dem jedoch ebenfalls 3 Hauptstrahlen zu unterscheiden sind. Der Verlauf der Fasern wird hierdurch natürlich complicirter, um so mehr, da an solchen Sternen auch die an die Seite der Strahlen sich ansetzenden Fasern bogenförmig convergiren, so dass dieselben wie gefiedert oder wie Wirtel *(Vortices lentis)*

Fig. 307.



erscheinen; allein nichts destoweniger bleibt sich das Wesentliche des eben geschilderten Faserverlaufes vollkommen gleich, indem auch hier der vordere und hintere Stern sich nicht entsprechen und keine Faser von einem Pol zum andern geht. In den Sternen ist die Linsensubstanz nicht aus Röhren gebildet wie sonst, sondern zum Theil feinkörnig, zum Theil homogen, so dass mithin, da ja die Sterne durch alle Schichten hindurchgehen, in jeder Linsenhälfte 3 oder mehr senkrechte, nicht faserige Lamellen *(central planes Bowman)* existiren. Uebrigens werden auch die wirklichen Linsenröhren in der Nähe der Sterne undeutlicher, verschmelzen allmälig miteinander und verlieren sich endlich ohne Grenze in der genannten Ausfüllungsmasse.

§. 229.

Der Glaskörper, *Corpus vitreum*, erfüllt den Raum zwischen der Linse und der *Retina* vollständig, in der Art, dass er der eigentlichen *Retina* mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo die Verbindung etwas inniger ist, nur locker anliegt, dagegen sehr fest mit der *Corona ciliaris* und der Linse selbst sich verbindet. Die den Glaskörper umhüllende Haut nämlich, die *Membrana hyaloidea* oder Glashaut, die hinter der *Ora serrata* ein äusserst feines und zartes, wasserhelles unter dem Mikroskop kaum bemerkbares Häutchen darstellt, wird vor derselben etwas fester (Fig. 296 *t)* und geht als *Pars ciliaris hyaloideae s. Zonula Zinnii (Lig. suspensorium lentis Bowman)* zum Rande der Linse, um mit der Kapsel derselben zu verschmelzen. Hierbei sondert sie sich in zwei Lamellen, in eine hintere *(v)*, welche etwas hinter dem Rande der Linse mit deren Kapsel verschmilzt, und dann nicht weiter nachzuweisen ist, so dass im ferneren Verlaufe die hintere Wand der Linsenkapsel und der Glaskörper sich direct berühren, und in eine vordere *(u)* mit den Ciliarfortsätzen verbundene, die *Zonula* im engern Sinne, die etwas vor dem Rande der Linse an die Kapsel derselben sich ansetzt. Zwischen

Fig. 307. Linse des Erwachsenen, nach *Arnold*, um die Sterne zu zeigen. 1. Vordere Seite, 2. hintere Seite.

beiden Lamellen und dem Rande der Linse, bleibt ein im Querschnitt dreieckiger, ringförmig die Linse umgebender Raum, der *Canalis Petiti* offen, der, obschon etwas wasserklare Feuchtigkeit enthaltend, doch im Leben sehr eng ist, indem seine vordere Wand oder die *Zonula Zinnii*, so lange sie mit den Ciliarfortsätzen zusammenhängt, entsprechend denselben als eine vielfach gefaltete Haut erscheint, wodurch sie an ebenso vielen Stellen als Ciliarfortsätze sind der hintern Wand sehr sich nähert. Diese Falten sind auch da noch sichtbar, wo die *Zonula*, die Ciliarfortsätze verlassend, frei als Theil der hintern Wand der *Camera oculi posterior* an den Linsenrand herübergeht und setzt sich dieselbe aus diesem Grunde nicht in einer geraden sondern leicht wellenförmigen Linie an die Linsenkapsel an.

Bezüglich auf den Bau der genannten Theile, so hat man sich in der neuern Zeit viel Mühe gegeben, denjenigen des eigentlichen Glaskörpers zu ermitteln, doch lässt sich nicht behaupten, dass das Wahre bereits gefunden ist. *Brücke's* Ansicht, dass der Glaskörper ähnlich einer Zwiebel aus concentrischen, durch eine gallertartige Flüssigkeit getrennten Lamellen bestehe, wurde von *Bowman* widerlegt, der zeigte, dass die von *Brücke* zur Darstellung dieser Lamellen angewandte concentrirte Lösung von essigsaurem Bleioxyd nicht nur von der Oberfläche sondern auch von jeder beliebigen Schnittfläche aus, den Anschein einer Schichtung erzeugt, ohne jedoch wirkliche Lamellen deutlich zu machen. Mehr scheint *Hannover's* Behauptung für sich zu haben, wornach im Glaskörper nach Behandlung desselben mit Chromsäure eine Menge Scheidewände sich finden, die von der Oberfläche aus gegen die Axe des Glaskörpers verlaufen, so dass im verticalen Querschnitt viele vom Mittelpunkt ausgehende Radien erscheinen und das Ganze einer liegenden Orange ähnlich wäre, indem wenigstens der Glaskörper von Neugeborenen nach *Bowman* (*Lectures* pg. 97 Fig. 5) in *Ac. chromicum* ganz exquisit ein solches gefächertes Ansehen zeigt, allein es ist zu bemerken, dass nach desselben Autors Erfahrungen im Auge des Erwachsenen die Verhältnisse ziemlich andere sind, indem hier an Chromsäurepräparaten äusserlich einige concentrische Lamellen, dann sehr unregelmässige radiäre Septa, endlich eine unregelmässige centrale Höhle sich findet. Nimmt man hierzu, dass diese durch Chromsäure gebildeten Lamellen, ebenfalls nicht als wirkliche Membranen sich nachweisen lassen und dass im frischen Glaskörper nichts von ihnen zu sehen ist, so wird man auch die durch dieses zweite Reagens erzeugten Bilder nicht als viel beweisend ansehn können.

Eine richtigere Anschauung von der Zusammensetzung des Glaskörpers lässt sich wie es scheint an der Hand der Entwicklungsgeschichte gewinnen. Man weiss schon längst, dass der Glaskörper beim Fötus an seiner Oberfläche und im Innern Gefässe hat, und hätte hieraus schliessen können, dass auch ein dieselben tragendes Gewebe vorhanden sein müsse, allein Niemand versuchte bis vor kurzem durch das Mikroskop weitere Aufschlüsse zu gewinnen. Erst *Bowman* (*Lectures* pg. 97 Fig. 7 und

pg. 100) meldet, dass der Glaskörper des Neugeborenen einen sehr deutlichen und eigenthümlichen fibrösen Bau darbiete, indem derselbe aus einem dichten Netz von Fasern bestehe, die an den Knotenpunkten kernartige dunkle Körperchen besitzen, so dass eine bedeutende Aehnlichkeit mit dem Schmelzorgane (d. h. dem gallertartigen Bindegewebe desselben) des embryonalen Zahnsäckchens heraus komme. Hiermit stimmt, was *Virchow* neulich fand, so ziemlich überein. Der Glaskörper von 4″ langen Schweineembryonen besteht nach diesem Autor aus einer homogenen, an einzelnen Stellen leicht streifigen, schleimhaltigen Substanz, in der in regelmässigen Abständen runde kernhaltige granulirte Zellen zerstreut liegen. Am Umfange desselben findet sich eine feine Haut, mit sehr zierlichen Gefässnetzen und einem feinfaserigen areolären Maschenwerk, welches an den Knotenpunkten Kerne enthält und in seinen Maschen ebenfalls gallertigen Schleim mit runden Zellen einschliesst. Hiernach und weil er im Glaskörper der Erwachsenen auch Schleim gefunden, glaubt *Virchow* das Gewebe des embryonalen *Corpus vitreum* dem von ihm sogenannten Schleimgewebe, meinem gallertigen Bindegewebe (s. §. 24) an die Seite stellen und annehmen zu dürfen, dass im Laufe der Entwicklung der Bau sich in der Art ändere, dass die Zellen untergehen und die Intercellularsubstanz allein bleibe. Was mich betrifft, so kann ich nur theilweise mit diesen Autoren übereinstimmen. Ich finde im Glaskörper menschlicher und thierischer Embryonen, so wie bei Kindern und jungen Thieren nirgends etwas anderes als eine homogene schleimhaltende Grundsubstanz und viele ziemlich regelmässig in Abständen von 0,01—0,02‴ selbst 0,03‴ in derselben vertheilte runde oder längliche, granulirte, kernhaltige Zellen von 0,004 — 0,01‴; sternförmige anastomosirende Zellen sah ich zwar auch, allein immer nur an der Aussenseite der *Membrana hyaloidea*, und waren dieselben, so wie einmal die bekannten Gefässe aussen an der *Hyaloidea* Blut zu führen begannen, mit Leichtigkeit im Zusammenhang mit denselben und als sich entwickelnde Capillaren nachzuweisen. Von Membranen, wie sie *Hannover* beschreibt, sah ich mit dem Mikroskop niemals eine sichere Spur und doch müssten dieselben, wie ich ungescheut behaupte, wenn vorhanden, ebenso gut an ihren Falten zu erkennen sein, wie die äusserst zarte *Hyaloidea* selbst. Im Glaskörper des Erwachsenen war von den früheren Verhältnissen meist nur die homogene Grundsubstanz geblieben und die Zellen verschwunden, doch traf ich die letzteren in manchen Fällen auch hier noch spärlich und undeutlich namentlich in den an die Linse und die *M. hyaloidea* überhaupt grenzenden Theilen des Organs. — Aus diesen Erfahrungen ziehe ich den Schluss, dass der Glaskörper wohl früher eine Art Structur besitzt, die noch am meisten an embryonale Zellengewebe erinnert, dass aber später in der Regel jede Spur derselben verloren geht und derselbe nur aus einem mehr oder minder consistenten Schleime besteht.

Zonula Zinnii. An der *Orata serrata* kommt die Glashaut in innigen Contact mit der *Retina* und diese wiederum mit der *Chorioidea*, so dass es

äusserst schwierig ist, das wahre Verhalten der oben schon berührten *Zonula Zinnii* aufzuklären. Legt man dieselbe von aussen frei, so bleibt fast immer an gewissen Stellen, oft in grosser Ausdehnung schwarzes Pigment von den Ciliarfortsätzen an denselben haften. Untersucht man Stellen, wo dies nicht der Fall ist, so ergibt sich als äusserste Lage der *Zonula* eine grauliche Lage, welche gerade so weit sich erstreckt, als die *Processus ciliares* mit der *Zonula* zusammenhängen und vorn mit einem leicht gezackten unregelmässigen Saume endet. Unter dem Mikroskop erkennt man in dieser Lage, auch wenn die Zone ganz hell aussieht namentlich nach vorn zu, immer noch eine gute Menge blasser reihenweise gelagerter Pigmentzellen von der *Chorioidea*, die besonders in den Falten sitzen, welche die *Processus ciliares* enthielten, und dem Ganzen ein streifiges Ansehen geben. Einwärts von denselben liegt eine einfache Schicht heller, oft sehr blasser polygonaler kernhaltiger Zellen von 0,006—0,012''', welche jedoch nie vollständig ist, sondern immer theilweise mit den *Processus ciliares* sich abzieht, an denen sie schon Henle u. A. gesehen haben. Diese Zellenlage gehört nicht zur *Retina*, wie die meisten Autoren annehmen, noch weniger zur Glashaut, sondern zur *Chorioidea* und ist nichts anderes als eine bloss an der *Corona ciliaris* vorkommende Lage nicht pigmentirter Zellen einwärts vom Pigment (Fig. 296 *w w'*), die jedoch durchaus nicht als besondere Epitheliallage, sondern nur als innerster nicht gefärbter Theil der Pigmentschicht erscheint und sich zu derselben so verhält, wie in gefärbter Haut die farblosen zu den farbigen Epidermiszellen. Am deutlichsten zeigt sich dieses farblose Epithel der *Corona ciliaris*, wie ich diese Zellen nennen will, an den Ciliarfortsätzen als ein oft 0,006—0,008''' breiter, nach innen scharf begrenzter heller Saum, dessen grosse, manchmal kurz cylindrische Zellen meist schon ohne weiteres zu erkennen sind, und immer durch Essigsäure deutlich hervortreten, wobei sich zeigt, dass der Saum nur von ihnen gebildet wird und keine besondere Membran ist. Rückwärts geht diese Zellenlage bis zur *Ora serrata*, vorn bis wo die *Processus ciliares* enden (Fig. 296 *w'*) und läuft an beiden Orten, indem statt der hellen Zellen allmälig pigmentirte auftreten, ohne Grenze in die Pigmentlage aus.

Sieht man von diesen Zellen ab, so ist die *Zonula* ein dünnes durchsichtiges aber ziemlich festes Häutchen, das von der *Ora serrata retinae* bis zum Rande der Linse sich erstreckt und als Fortsetzung der *Membrana hyaloidea* erscheint. Dasselbe besteht aus eigenthümlichen blassen schon von Henle sehr gut characterisirten Fasern, welche an gewisse Formen des netzförmigen Bindegewebes erinnern, nur steifer sind, meist keine deutlichen Fibrillen zeigen und in Essigsäure weniger aufquellen. Dieselben beginnen etwas hinter der *Ora serrata retinae* an der Aussenseite der *Hyaloidea* jedoch in dem innigsten Zusammenhange mit derselben sehr fein, zum Theil wie Bindegewebsfibrillen, verlaufen als eine anfangs lockere, dann immer dichtere Lage an Stärke zunehmend (bis zu 0,004 selbst 0,01''' und dicker) unter häufigen Theilungen und Anasto–

mosen, grösstentheils parallel nebeneinander nach vorn, bis sie am freien Theile der *Zonula* eine vollkommen zusammenhängende Lage, jedoch immer noch mit einzelnen isolirbaren Bündeln bilden, und dann mit der Linsenkapsel verschmelzen. Von der *Ora serrata* bis zum Anfange des *Petit*'schen Canals, ist neben den Zonulafasern eine *Hyaloidea* nicht mehr zu unterscheiden, an dem genannten Canale dagegen, wo sich die Masse des Glaskörpers von der Faserschicht trennt, besitzt derselbe wiederum eine jedoch noch zartere Begrenzung als früher, die als hintere Wand des *Petit*'schen Canals nur bis zum Rande der Linse sich erstreckt und dann als besondere Haut verschwindet, indem der Glaskörper aufs innigste mit dem hintern Blatte der Linsenkapsel sich vereint.

M. Langenbeck hat vor einigen Jahren einen, wie er glaubt, muskulösen Ring, den er *Musculus compressor lentis s. accomodatorius* nennt, auf dem freien Theile der *Zonula Zinnii* beschrieben (*Klinische Beiträge zur Ophthalmol.* 1849 *pg.* 66), von dem mir nie etwas zu Gesicht gekommen ist. Wahrscheinlich hat eine Verwechslung mit den Zonulafasern stattgefunden.

B. Accessorische Organe.

§. 230.

Die Augenlider haben als Stütze die sogenannten Augenlidknorpel, *Tarsi*, dünne, halbmondförmige, biegsame aber ziemlich elastische, innen und aussen durch fibröse Bänder, die *Ligg. tarsi*, befestigte Platten, welche dem Bau nach zu dem festen geformten Bindegewebe gehören, jedoch hie und da auch eine gewisse Zahl kleiner Knorpelzellen enthalten. Ueberzogen werden diese 0,3 — 0,4‴ dicken Platten, deren Fasern vorzüglich parallel den Rändern verlaufen, aussen von dem *Orbicularis palpebrarum* und der Haut, innen von der Bindehaut. Die äussere Haut ist hier sehr dünn ($\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{8}$‴) mit dünnem fettlosem lockerem Unterhautbindegewebe, zarter, 0,055—0,058‴ dicker Oberhaut und kurzen Papillen (von 0,060 — 0,066‴), besitzt jedoch noch in ihrer ganzen Ausdehnung kleine Schweissdrüsen (von $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{12}$‴) und fast ohne Ausnahme viele kleine Härchen (häufig, ob immer weiss ich nicht, ohne nebenstehende Talgdrüsen), welche letztere an ihrem Rande als Augenwimpern eine bedeutendere Entwicklung zeigen und auch mit kleinen Talgdrüsen versehen sind. Dem Bau und dem Secrete nach mit den Talgdrüsen vollkommen übereinstimmend, dagegen in der Form etwas abweichend sind die *Meibom*'schen Drüsen, welche 20 — 40 an der Zahl in Gestalt langgestreckter weisser zierlicher Träubchen eine neben der andern in den Augenlidknorpeln drinstecken, so dass die Längenaxen der Drüsen diejenige der *Tarsi* unter einem rechten Winkel schneiden. Jede von diesen Drüsen, die am umgeschlagenen Augenlide ohne weiteres zu sehen sind und nicht die volle Breite der *Tarsi* einnehmen, besteht aus einem graden, 0,04—0,05‴ weiten Ausführungsgang, der an seiner Ausmündung an der innern

Kante des freien Augenlidrandes noch von gewöhnlicher Epidermis mit Hornschicht und Schleimschicht ausgekleidet ist, weiter unten wie bei den Talgdrüsen sich verhält. Derselbe ist in seinem ganzen Verlauf mit runden oder birnförmigen kurzgestielten, isolirten, oder zu mehreren vereinigten Drüsenbläschen von 0,04 — 0,07 — 0,1''' besetzt, in denen in derselben Weise, wie von den Talgdrüsen schon geschildert wurde (§. 74), eine beständige Production von fetthaltigen runden, 0,005—0,01''' grossen Zellen statt hat, welche von den Talgzellen nur dadurch sich unterscheiden, dass ihre Fetttropfen gewöhnlich nicht in einen grösseren Tropfen zusammenfliessen sondern getrennt bleiben. Indem diese Zellen nach dem Ausführungsgange zu rücken zerfallen sie nach und nach in einen weisslichen Brei von Fetttröpfchen und bilden die sogenannte Augenbutter *Lema s. sebum palpebrale* — Der *Orbicularis palpebrarum* aus quergestreiften jedoch eher dünneren und blassen Muskelfasern gebildet, liegt unmittelbar an der Haut und ist in seinem *Stratum internum* durch eine Lage lockeren zum Theil fetthaltigen Bindegewebes von den *Tarsi* getrennt, so dass er sammt der Haut leicht in einer Falte von denselben abgehoben werden kann. Nur gegen den freien Augenlidrand hängt dieser Muskel fester mit denselben zusammen und zeigt hier auch ein durch die Bälge der Augenwimpern von dem übrigen Muskel getrenntes, am Rande selbst befindliches Bündel, den sogenannten Wimpermuskel, *Musculus ciliaris (Riolan)*.

Die Bindehaut, *Conjunctiva*, (eine Schleimhaut) beginnt am freien Augenlidrande als unmittelbare Fortsetzung der äussern Haut, bekleidet die hintere Fläche der Augenlider und schlägt sich dann auf den Augapfel über, um den vordersten Theil der *Sclerotica* und die ganze *Cornea* zu überziehen. Die *Conjunctiva palpebrarum* ist ein 0,12 — 0,16''' dickes röthliches Häutchen, das mit der hintern Fläche der *Tarsi* sehr innig zusammenhängt und aus einer der Cutis entsprechenden derben Bindegewebslage von 0,08—0,11''' Dicke und einem geschichteten 0,04''' dicken Epithel mit länglichen Zellen in der Tiefe, polygonalen, leicht abgeplatteten, kernhaltigen, beim Menschen so viel ich sehe nicht flimmernden Zellen oben besteht. Auch Papillen ähnlich denen der Cutis finden sich an der Bindehaut der Lider, die einen kleiner und mehr cylindrisch, andere, namentlich gegen die Umbiegungsstelle hin, wo die Haut überhaupt an Dicke zunimmt, grösser (bis $1/10$''' lang) und mehr warzen- und pilzförmig. An der Umbeugungsstelle selbst, beschreibt *Krause* kleine traubenförmige Schleimdrüschen von $1/5$ — $1/26$''' Grösse, welche jedoch nicht immer vorhanden sind. Die *Conjunctiva scleroticae* ist weiss, minder derb und dick als die der Lider, an feinen elastischen Fasern ziemlich reich und durch ein reichliches submucöses, mit mehr oder weniger Fettzellen versehenes Bindegewebe locker und verschiebbar an die harte Haut geheftet. Papillen fehlen hier ausser an der Umbeugungsstelle ganz, ebenso Drüsen, dagegen ist das Epithel recht entwickelt, wie an der *Conjunctiva cornea* und unter demselben zeigt sich nicht selten als äusserste Schicht der

eigentlichen Schleimhaut ein sehr deutlicher structurloser schmaler Saum. Am Rande der Hornhaut erzeugt die *Conjunctiva scleroticae* namentlich bei alten Leuten einen ½—1‴ breiten ringförmigen leichten Wulst, *Annulus conjunctivae*, der unten und besonders oben etwas auf die *Cornea* übergreift. Von der Bindehaut der Hornhaut war schon oben die Rede und ist nur noch der *Plica semilunaris* oder des dritten Augenlides am innern Augenwinkel Erwähnung zu thun. Dasselbe ist eine einfache Falte der *Conjunctiva scleroticae*, welche vorn in einer hügelartigen Erhebung, der *Caruncula lacrymalis*, etwa ein Dutzend feine Härchen mit ebenso vielen um dieselben herumliegenden rosettenförmigen Talgdrüsen von ⅕—¼‴ umgeben von vielen Fettzellen enthält.

Der Thränenapparat besteht erstens aus den Thränendrüsen, einer gewissen Zahl grösserer und kleinerer zusammengesetzt traubiger Drüsen, die in zwei Gruppen, der sogenannten obern und untern Thränendrüse, angeordnet sind und im Bau der grösseren und kleineren Läppchen, so wie der 0,02—0,04‴ weiten rundlichen Drüsenblasen vollkommen an die Speichel- und Schleimdrüsen sich anschliessen (s. §. 134, 135). Die Ausführungsgänge derselben durchbohren, 6—12 an der Zahl, in der Falte zwischen dem äussern Theil des obern Augenlides und dem *Bulbus* die *Conjunctiva* und sind äusserst feine aus Bindegewebe mit einigen Kernen und elastischen Fäserchen und einem cylindrischen Epithel gebildete Canälchen, deren Darstellung beim Menschen äusserst schwierig ist, dagegen bei Thieren (beim Ochsen z. B.) leicht gelingt. — Ebenso einfach wie die Ausführungsgänge der Thränendrüsen sind auch die Thränenableitenden Wege gebaut, und bestehen dieselben nur aus einem derben Bindegewebe mit vielen namentlich in den Thränencanälchen zahlreichen Netzen feiner elastischer Fasern, das als Fortsetzung der Schleimhaut der Nasenhöhle und der *Conjunctiva* erscheint, und einem Epithel, das in den *Canaliculi lacrymales* ein geschichtetes Pflasterepithelium wie auf der *Conjunctiva* ist, im Thränensack und dem Thränengange dagegen wie das der Nasenhöhle flimmert. — Die Augen- und Augenlidermuskeln auch der *Musculus Horneri* bestehen alle aus quergestreiften Muskelfasern und zeigen wie ihre Sehnen keine Abweichungen von denen von Rumpf und Extremitäten. Die *Fascia bulbi oculi s. Tenoni* ist eine ächte fibröse Haut und was die *Trochlea* betrifft, so wird dieselbe vorzüglich von derbem Bindegewebe gebildet, in dem nur wenige Knorpelzellen nachzuweisen sind.

Die Gefässe der in diesem §. geschilderten Organe zeigen wenig bemerkenswerthes. Am reichlichsten sind dieselben, abgesehen von den Muskeln und der Haut, in der *Conjunctiva palpebrarum*, in der sie namentlich auch in die Papillen eingehen, und dann in den Thränendrüsen und der *Caruncula lacrymalis*. Auch die *Conjunctiva scleroticae* hat viele Gefässe und ebenso sind auch die *Meibom*'schen Drüsen innerhalb der *Tarsi* von einzelnen solchen umgeben. Saugadern sind mit Ausnahme der Haut der Augenlider nur in der *Conjunctiva scleroticae* von *Arnold* nachgewiesen, wo sie ein am Rande der Hornhaut feineres nach aussen locke-

res Netz bilden und durch mehrere Stämmchen nach aussen abführen. An Nerven sind die Augenlider und die Bindehaut überhaupt bedeutend reich, ihr Verhalten ist jedoch nur in der *Conjunctiva* etwas genauer untersucht. Ich fand hier beim Menschen Endplexus wie in der äussern Haut mit zahlreichen Theilungen an 0,001 — 0,006‴ dicken Röhren bis gegen den Cornearand hin, und ziemlich bestimmte Andeutungen von Schlingen und freien Endigungen. Ausserdem zeigten sich auch in einem Falle gegen die Bindehaut der Augenlider zu eigenthümliche Nervenknäuel von 0,02 — 0,028‴ Grösse, in die meist eine Nervenfaser eintrat, während 2 — 4 herauskamen (siehe m. *Mikr. Anat.* II. 1. pg. 31, Fig. 13 A. 3). Das Verhalten der Nerven des Thränenapparates ist gänzlich unbekannt.

§. 231.

Physiologische Bemerkungen. Der Augapfel entwickelt sich nicht von einem Punkte aus als ein Ganzes, sondern entsteht durch das Zusammentreffen von Bildungen, die einerseits vom centralen Nervensysteme, andrerseits von der Haut und drittens von den zwischen beiden gelegenen Theilen ausgehen. Aus der ersten Hirnblase oder dem Vorderhirne ntstehen bei Hühnerembryonen schon am Anfange des zweiten Tages die primitiven Augenblasen, als zwei anfangs ungestielte später mit einem hohlen Stiel, der Anlage der Sehnerven, versehene Ausstülpungen. Am Anfange des dritten Tages beginnt von der diese Blasen bedeckenden Haut des Gesichtes aus die Bildung der Linse dadurch, dass die Oberhaut nach innen sich verdickt und sich einstülpt, wodurch die vordere Wand der primitiven Augenblase ebenfalls eingestülpt wird und an die hintere Wand sich anlegt, so dass die Höhlung der Blase ganz verschwindet. Anfangs umfasst nun diese secundäre Augenblase die Linse, die mittlerweile von der Oberhaut sich abgeschnürt hat und unter dieselbe zu liegen gekommen ist, nach Art eines Bechers ganz genau, später entwickelt sich jedoch zwischen beiden in einem besonderen neuen *Cavum* der Glaskörper. Wie derselbe sich bildet ist noch nicht ausgemacht, doch ist mit *Schöler* am wahrscheinlichsten, dass derselbe ebenfalls von der Haut aus und zwar von der unter und hinter der Linse gelegenen Gegend hereinwächst und mit derselben an der Einstülpung der primitiven Augenblase sich betheiligt. Aus der inneren dickeren Wand der eingestülpten oder secundären Augenblase gestaltet sich nach *Remak* die *Retina*, aus der äussern dünnern die *Chorioidea*, aus deren vorderem Rand erst später die *Iris* hervorwächst. *Sclerotica* und *Cornea* legen sich von aussen her an den so gebildeten Augapfel an und ist die erste zum Theil eine Production der Haut.

Eine interessante Erscheinung sind die in fötalen Augen auch an den durchsichtigen Medien vorkommenden Gefässe. Der Glaskörper besitzt an seiner Aussenfläche zwischen der *Membrana hyaloidea* und der *Retina* ein ziemlich weitmaschiges Gefässnetz, das von Aesten der *Arteria centralis retinae,* die beim Eintritte derselben ins Auge abgehen, gespeist wird

und vorn am Rande der Linse auf der *Zonula Zinnii* einen ringförmigen Gefässkranz, den *Circulus arteriosus Mascagnii*, bildet, aus dem dann noch Gefässe zur gleich zu beschreibenden *Membrana capsulo-pupillaris* abtreten. Ausserdem geht eine besondere, ebenfalls von der *Art. centralis retinae* abstammende *Arteria hyaloidea* in dem sogenannten *Canalis hyaloideus* mitten durch den Gläskörper geraden Weges zur Linse und verzweigt sich aufs zierlichste baumförmig unter sehr spitzen Winkeln in einem der hintern Wand der Linsenkapsel dicht anliegenden Häutchen. Dieses ist nichts anderes als ein Theil einer äussern gefässreichen Kapsel, welche die Linse anfänglich ganz genau umgibt und in ihrer vordern Wand von den um den Rand der Linse nach vorn sich umschlagenden Fortsetzungen der *Art. hyaloidea*, mit denen Aeste des *Circulus arteriosus Mascagnii* und des vordern Randes der *Uvea* sich verbinden, versorgt wird. Später wenn die Linse von der Hornhaut, der sie zuerst dicht anliegt, sich zurückzieht und vom Rande der *Uvea* aus die *Iris* hervorsprost, wird die vordere Wand der gefässreichen Linsenkapsel in zwei Theile geschieden, einen mittleren vorderen, der vom Rande der *Iris* ausgehend und durch Gefässe mit dieser Haut verbunden die Pupille schliesst, *Membrana pupillaris* und einen äussern hintern, der von demselben Punkte aus rückwärts zum Rande der Linse tritt, *Membrana capsulo-pupillaris*. Je mehr *Iris* und Augenkammern sich ausbilden und die Linse zurücktritt, um so deutlicher wird die letztere, bis sie zuletzt als eine die hintere Augenkammer durchsetzende zarte Membran erscheint. Das Venenblut aller der genannten Theile wird durch die Venen der *Iris* und von der äussern Fläche des Glaskörpers auch durch die der *Retina* abgeführt, vielleicht auch durch eine, jedoch von manchen Autoren bezweifelte und von mir auch noch nie gesehene *Vena hyaloidea* die denselben Weg nehmen soll, wie die Arterie. Was die genetische Bedeutung der gefässreichen Kapsel anlangt, so ist hierüber noch nichts ermittelt. Ich halte dieselbe, die ich aus einem homogenen Gewebe mit spärlichen eingestreuten Zellen zusammengesetzt finde, für ein der *Cutis* entsprechendes Gebilde, die bei der Bildung der Linse mit einem Theil der Epidermis aus der Haut sich ablöst und ins Auge hineingeräth. Der Glaskörper kann dann als modificirtes subcutanes Bindegewebe aufgefasst werden, was mit den oben vorgebrachten Erfahrungen nicht übel stimmt, um so mehr da, wie ich gezeigt habe (§. 24), alles subcutane Bindegewebe der Embryonen einmal vollkommen gallertig ist und, wie das auch hierher gehörende Schmelzorgan *in specie*, dem Glaskörper in Ansehen und Consistenz auffallend gleicht.

Ueber die histologische Entwicklung der Augen ist hier nur folgendes zu bemerken. Dieselben bestehen in früheren Zeiten in allen ihren Theilen aus gleichmässigen Bildungszellen, welche im Laufe der Zeit in die verschiedenen Gewebe sich umwandeln. In der Faserhaut werden im 2. und 3. Monat die Zellen in oben (§. 24) geschilderter Weise zu Bindegewebe und zugleich hiermit bildet sich dann auch die Verschiedenheit

der Hornhaut und harten Haut aus, welche anfangs auch äusserlich sich ganz gleich sind und nur eine Haut ausmachen. In der Uvea werden die Zellen zumeist zur Bildung der Gefässe aufgebraucht, ein anderer Theil geht, indem er im Anfang des 3. Monates Pigmentkörnchen in sich ablagert, in die inneren und äusseren Pigmentlagen, noch andere in Muskeln, Nerven, Epithelien und Bindegewebe dieser Häute über. In der *Retina* lässt sich die Entwicklung der Nervenzellen und der sogenannten Körner aus embryonalen Zellen leicht verfolgen. Dasselbe habe ich von den Zapfen gesehen und ebenso glaube ich beim Frosch auch für die Stäbchen annehmen zu dürfen, dass dieselben nichts als verlängerte Zellen sind, dagegen ist die Bildung der Stäbchen bei Säugethieren und die der Nervenfasern selbst noch nicht verfolgt. Die Linse endlich besteht anfänglich ganz aus Zellen, welche im Laufe der Zeit in Fasern übergehen. Die genaueren Vorgänge hierbei sind noch nicht verfolgt, doch stimme ich *H. Meyer* bei, wenn er aus dem Umstande dass die fötalen und kindlichen Linsenfasern nur je einen Kern zeigen, schliesst, dass dieselben jede aus einer einzigen Zelle sich entwickeln. Diese Kerne bilden in ihrer Totalität aufgefasst eine von den Rändern der Linse aus mitten durch ihre vordere Hälfte gehende dünne Lage mit einer schwachen Convexität nach vorn (Kernzone *Meyer*), und sind in den innern Theilen kleiner, wie in Auflösung begriffen, woraus mit Sicherheit zu schliessen ist, dass die Linse durch Apposition von dünnen Schichten von aussen wächst. Die Bildungszellen der Linsenröhren sind die an der vorderen Hälfte der Kapsel befindlichen Zellen und ist nach dem was ich sehe der Ausgangspunkt der Bildung der Linsenelemente die ganze vordere Fläche und der Rand des Organs. Noch in Linsen Erwachsener sieht man, wie schon *Harting* wusste, Kerne in den Linsenröhren, jedoch nur am Rande des Organs.

Ueber die Gefässe des fötalen Auges hat mir in der neuesten Zeit Dr. *Thiersch* eine Menge interessanter Details, begleitet von ausgezeichneten Injectionen mitgetheilt, über welche ich im Schlusshefte meiner *Mikr. Anat.* referiren werde.

Untersuchung des Sehorgans. Die Faserhaut des Auges untersucht man frisch und an aufgeweichten Schnitten getrockneter Präparate, welche letztere namentlich auch von der *Cornea* und der Uebergangsstelle derselben in die *Sclerotica* gute Bilder geben. Trocknet man nach Herausnahme von Glaskörper und Linse die *Iris* und *Chorioidea* mit, so kann man auch die Verbindung derselben untereinander und mit der Faserhaut studiren. Um die Nerven und Gefässe der Hornhaut zu sehen, schneidet man an frischen Augen durch einen Cirkelschnitt die Hornhaut mit dem Rande der *Sclerotica* ab, theilt das Ganze in 3 oder 4 Segmente, welche man, damit sie besser sich legen, am Schnittrande noch mit kleinen Einschnitten versehen kann, befeuchtet mit *Humor aqueus* und bedeckt mit einem dünnen Plättchen. Dann sucht man erst mit einer kleineren Vergrösserung am Hornhautrande die hier meist noch dunklen Nervenstämme und verfolgt sie dann mit stärkeren Linsen. Am schönsten sind die Nerven in Kaninchenaugen, wo ich ihre Stämme von blossem Auge erkenne, doch lassen sich dieselben auch in andern Augen in der Regel leicht finden, immer schwer nach der Mitte zu verfolgen. Ist das Epithel trübe, so muss man es durch Natron entfernen, welches anfänglich die Nerven nicht alterirt. Die Gefässe sind meist noch mit Blut gefüllt und machen daher keine Schwierigkeiten. Das Hornhautepithel

sieht man von der Fläche auf Schnitten trockner Präparate und beim Abkratzen sehr gut. Die *Demours'*sche Haut wird auf Schnitten sehr deutlich, manchmal auch ihr Epithel, sonst sieht man letzteres schön von der Fläche und an losgelösten Fetzen der Haut. Der Uebergang dieser Haut in das *Lig. iridis pectinatum* wird auf Schnitten und durch sorgfältige Präparation erkannt. Im letztern Fall nehme man beim Ablösen der *Iris* und *Chorioidea* die innere Wand des *Schlemm'*schen Canales sorgfältig mit und suche von ihm aus noch Theile der *Demoursiana* abzulösen, was oft ganz gut gelingt. Die *Uvea* macht wenig Schwierigkeit. Die Pigmentzellen des *Stroma* mit ihren Ausläufern, und das innere Pigment sieht man sehr leicht, letzeres an Faltenrändern und sorgfältig abgelösten Stückchen. Für den *Musc. ciliaris* ist ein frisches Auge nöthig, da seine Elemente bald unkenntlich werden. Die Irismuskeln studirt man an einem blauen Auge, am besten von einem Kind, nach Wegnahme des hintern Pigments, dann an weissen Kaninchenaugen, an denen der *Sphincter pupillae* ohne Weiteres mit Essigsäure leicht zu sehen ist. Für die Nerven der *Iris* ist dieselbe Präparation anzuwenden, aber ein ganz frisches Auge und verdünntes Natron unumgänglich nöthig. Die *Retina* muss frisch von der Fläche, auf senkrechten Schnitten und an Faltenrändern untersucht werden und zwar mit *Humor aqueus* und ohne Anwendung von Deckglas, dann auch mit Hülfe leichter Compression und des Zerzupfens. Sehr wichtig sind hier Chromsäurepräparate, welche zwar die Stäbchen theilweise alteriren, aber die andern Theile um so besser conserviren, und wären *Müller* und ich ohne dieses, von *Hannover* wegen seiner Einflüsse auf die Stäbchen mit Unrecht für die *Retina* als unpassend bezeichnete Mittel nie zu den angeführten Resultaten gekommen. Am zweckmässigsten ist es eine frische *Retina* gleich mit Chromsäure zu behandeln und alle Stadien der Einwirkung des Mittels Schritt für Schritt zu verfolgen. Nimmt man die Lösung sehr verdünnt, so werden die Elemente sehr wenig alterirt und lassen sich namentlich leicht isoliren, ist sie etwas concentrirt, so sind dann namentlich Schnitte durch die *Retina* anzufertigen, ohne welche man keine vollständige Anschauung des Baues dieser Haut gewinnt. Ich mache dieselben so, dass ich ein Stückchen *Retina* auf einem Objectträger mit wenig Chromsäurelösung so ausbreite, dass es flach liegt und nicht flottiren kann. Dann werden mit einem scharfen convexen Scalpell oder Rasirmesser von einer gemachten Schnittfläche durch Druck von oben möglichst feine Segmente entnommen, was bei etwelcher Uebung mit Leichtigkeit geht. Gut ist es jedoch, das schneidende Scalpell durch einen mit der andern Hand unter dasselbe gebrachten Scalpellstiel zu leiten, bis dasselbe unmittelbar über dem Rande der *Retina* steht. Hat man an solchen Schnitten, die vor allem von der Gegend der *Macula lutea*, dann auch von andern Orten in der Quer- und Längsrichtung anzufertigen sind und die, wenn gerathen, nur wenige Lagen der Elemente darbieten müssen, die einzelnen Schichten, die sehr bestimmt von einander sich abgrenzen, studirt, so kann man dieselben noch sorgfältig zerzupfen oder mit Natron durchsichtiger machen, welches letztere jedoch in der Regel nicht viel nützt, weil die Elemente erblassen. Die *Membr. hyaloidea* löst sich in ihrem hintern Abschnitt immer mit dem Glaskörper äusserst leicht von der *Retina* und ist an jedem Auge an Schnitten von der Oberfläche des Glaskörpers unter dem Mikroskope und zum Theil von blossem Auge in ihren Falten zu erkennen. Die *Zonula Zinnii* dagegen wird an frischen Augen immer von abgelöstem Pigment und farblosem Epithel der Ciliarfortsätze und an ihrem hintern Ende von der *Retina* bedeckt, so dass sie hier nicht gut, fast nur an ihrem freien vordersten Theil zu erkennen ist. Immerhin kann man auch an solchen Präparaten nach möglichster Enfernung der anhaftenden Theile durch einen Pinsel ziemlichst deutliche Anschauungen erhalten, namentlich wenn man zu der Besichtigung der äussern und innern Fläche von Segmenten der vom Glaskörper getrennten *Zonula* und zerzupfter Präparate auch noch die Untersuchung der Faltenränder, namentlich der innern Fläche nimmt, welche bei einiger Sorgfalt in der ganzen Ausdehnung der *Zonula* und ihrer Verbindungsstelle mit der *Retina* sich erhalten lassen. Sehr schön und fast rein isolirt sich die *Zonula* im Zusammenhang mit der *Hyaloidea* von der *Retina* und den Zellen der Ciliarfortsätze in halbfaulen Augen und an macerirten Glaskörpern, und sind solche Präparate vor

allem geeignet zu zeigen, dass die *Zonula* ein Theil der *Hyaloidea* ist, ferner wie ihre Fasern auftreten und verlaufen. Zum Studium der Zonulafasern kann ich ausserdem besonders Chromsäurepräparate empfehlen, in denen dieselben ganz dunkel und glänzend werden, fast wie elastische Fasern. Linsenkapsel und Epithel derselben machen keine Schwierigkeiten. Die Linsenröhren sind frisch sehr hell, werden aber in verdünnter Chromsäure ausgezeichnet deutlich. Schnitte der Linse gewinnt man von in Alcohol, Chromsäure oder von trocken erhärteten Präparaten leicht und kann man dieselben durch Essigsäure wieder durchsichtiger machen. — Die accessorischen Organe der Augen bieten zu keinen besondern Bemerkungen Anlass, nur von den *Meibom*'schen Drüsen kann angegeben werden, dass sie an mit Essigsäure und Alkalien behandelten reinpräparirten *Tarsi* und an Längs- und Querschnitten getrockneter solcher am besten wahrzunehmen sind.

Literatur. Auge als Ganzes: *Valentin* im Repert. 1836 u. 1837 und Handw. d. Phys. I. pg. 748; *S. Pappenheim*, Gewebelehre d. Auges, Berlin 1842; *E. Brücke*, Anatom. Beschreibung d. menschlichen Augapfels, Berl. 1847; *W. Bowman*, *Lectures on the parts concerned in the operations on the eye and on the structure of the retina and vitreous humor, London* 1849; *A. Hannover*, *Bidrag til Ojets Anatomie, Physiologie og Pathologie, Kiöbenhavn* 1850. — Sclerotica: *M. Erdl*, *Disq. anat. de oculo I. De m. sclerotica, Monach.* 1839; *Bochdalek*, Ueber die Nerven der *Sclerotica*, in Prag. Viertelj. 1849, IV. 119. — Cornea: *Kölliker*, Ueber die Nerven der Hornhaut, in Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich 1848, No. 19; *Rahn*, Ueber die Nerven der Hornhaut, in Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich 1850, No. 45; *Luschka*, Die Nerven der durchsichtigen Augenhaut, in Zeitschr. f. rat. Med. X. pg. 20 und Die Structur der serösen Häute des Auges, in Str. d. serösen Häute, Tüb. 1851; *Strube*, Der normale Bau der *Cornea, Diss.* Würzburg 1851. — Chorioidea und Iris: *C. Krause*, Ueber die Pigmenthaut, in Müll. Arch. 1837, pg. XXXIII; *E. Brücke*, Ueber den *Musc. cramptonianus* und den Spannmuskel der *Chorioidea*, in Müll. Arch. 1846; *Bochdalek*, Beiträge zur Anatomie des Auges, Prag. Viertelj. 1850, I. — Retina: *G. Treviranus*, Ueber den Bau der Netzhaut, in dessen Beiträgen. Bremen 1835 u. 1837; *C. M. Gottsche*, Ueber d. Nervenausbreitung d. *Retina*, in Pfaff's Mittheil. a. d. Geb. d. Med. 1846; *A. Michaelis* in Müll. Arch. 1837, St. XII u. *N. Act. T. XIX.* 1842; *B. Langenbeck*, *De retina observ. Gött.* 1836; *R. Remak*, Zur mikrosk. Anatomie der *Retina*, in Müll. Arch. 1839; *B. Lersch*, *De retinae struct. microsc., Berol.* 1840; *A. Burow*, Ueber den Bau der *Macula lutea*, in Müll. Arch. 1840; *F. Bidder*, Zur Anatomie der *Retina*, in Müll. Arch. 1839 u. 1841; *R. Hannover*, Ueber die Netzhaut, in Müll. Arch. 1840 u. 1843, und *Recherches microsc. sur le syst. nerveux, Copenh.* 1844; *E. Brücke*, Ueber die physiologische Bedeutung der stabförmigen Körper, in Müll. Arch. 1844, pg. 444 und Anat. Untersuchung über die sog. leuchtenden Augen, ebend. 1845, pg. 337; *F. Pacini*, *Sulla tessitura intima della retina*, in *Nuovi Annali delle scienze naturali di Bologna* 1845, auch deutsch Freib. 1847; *H. Müller*, Zur Histologie des Netzhaut, in Zeitschr. für wiss. Zool. 1851, pg. 234; *Corti*, Beitrag zur Anatomie der *Retina*, in Müll. Arch. 1850, pg. 274. — Glaskörper: *E. Brücke*, Ueber den innern Bau des Glaskörpers, in Müll. Arch. 1843, St. 345 und 1845 St. 130; *Hannover*, Entdeckung der Baues des Glaskörpers, in Müll. Arch. 1845, St. 467; *W. Bowman* in der oben citirten Schrift und in *Dubl. Quart. Journ. Aug.* 1845, *pg.* 102; *Virchow*, Notiz über den Glaskörper, in Arch. f. path. Anatomie IV. pg. 468 und in Verh. d. Würzb. phys. med. Gesellsch. II. pg. 317. — Linse: *W. Werneck*, Mikr. Betracht. der Wasserhaut u. des Linsensystems, in Ammon's Zeitschr. Bd. IV. u. V; *R. Hannover*, Beobachtungen über den Bau der Linse, in Müll. Arch. 1845, St. 478; *Harting*, *Histolog. Anteekennigen* 1846, *pg.* 1—7 und *Rech. micrométriques.* — Entwicklung des Auges: *H. Schöler*, *De oculi evolutione, Mitav.* 1849, *Diss.*; *Remak* in seinem grossen Werk über Entwicklungsgeschichte, 1850 u. 51; *Gray*, *On the development of the retina and the optic nerve*, in *Phil. Transact. I.* 1850; *Henle*, *De membr. pupillari, Bonn.* 1832; *Reich*, *De membr. pupillari, Berol.* 1833; *J. Mül-*

ler, dann *Arnold*, ferner *Henle* über die *M. capsula pupill.* in Ammon's Zeitschr. II. St. 391. III. St. 37. IV. S. 23 u. 28. Ausserdem vergl. man *Arnold Org. sensuum.*

II. Vom Gehörorgan.

§. 232.

Das Gehörorgan besteht aus den eigentlich empfindenden Theilen mit der Ausbreitung der Hörnerven, welche in der Knochenmasse des Labyrinths enthalten sind und aus besonderen Hülfsapparaten, dem äussern und mittleren Ohr, deren Hauptbestimmung die ist, für richtige Auffangung und Zuleitung der Schallwellen zu sorgen.

§. 233.

Aeusseres und mittleres Ohr. Die Ohrmuschel und der knorpelige äussere Gehörgang haben als Stütze den $\frac{1}{8}$—1‴ dicken mit dem dicken Perichondrium sehr biegsamen sonst äusserst brüchigen Ohrknorpel, *Cartilago auris*, von bekannter Form, der in seinem feineren Bau an die gelben oder Netzknorpel sich anschliesst, jedoch durch ein bedeutendes Vorwiegen der 0,01‴ grossen Knorpelzellen von der streifigen Grundsubstanz sich auszeichnet. Ueberzogen wird derselbe von der äussern Haut, welche mit Ausnahme des Ohrläppchens fast fettlos ist, an der concaven Seite der Muschel dem Knorpel fest adhärirt und hier durch einen bedeutenden Reichthum von Drüsen sich auszeichnet. Dieselben sind einmal gewöhnliche Talgdrüsen, welche in der *Concha* und *Fossa scaphoidea* am entwickelsten sind und hier den Durchmesser von $\frac{1}{4}$—1‴ erreichen, dann kleine Schweissdrüsen von $\frac{1}{16}$‴ an der convexen Seite der Ohrmuschel, endlich die schon oben (§. 71, 72) geschilderten Ohrenschmalzdrüsen im knorpeligen äussern Gehörgange selbst. In letzterem misst die *Cutis* noch $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{8}$‴ ohne die $\frac{1}{75}$ — $\frac{1}{50}$‴ dicke Epidermis und hat ausser den *Glandulae ceruminosae* noch Härchen und Talgdrüsen in einem derben subcutanen Gewebe, während sie im *Meatus osseus* ganz zart ist, aller anderweitigen Organe ermangelt und ganz fest mit dem Periost dieses Ganges verschmilzt.

Das mittlere Ohr wird in allen seinen Räumen, sammt den in ihm enthaltenen Gehörknöchelchen, Sehnen, Nerven, von einer zarten Schleimhaut ausgekleidet, welche in den Zitzenzellen und auf den *Ossicula auditus*, wo sie auch die *Membr. obturatoria stapedis* bildet, und an der der *Membr. tympani* noch zarter ist, als in den Nebenhöhlen der Nase, am dicksten in der *Tuba Eustachii.* Ihr Epithel ist an dem letztgenannten ein geschichteter Flimmerepithelium von 0,024‴ Dicke, welches in der Paukenhöhle in ein dünnes 1- oder 2schichtiges Pflasterepithelium sich umwandelt und bis in die Nebenhöhlen sich erstreckt. Das Trommelfell, das nach *Todd-Bowman* Flimmerepithel besitzt, besteht aus einer mittleren fibrösen Platte, welche am *Sulcus tympanicus*, im Zusammenhang mit dem

Perioste der *Cavitas tympani* und des *Meatus osseus* und mit der den letztern auskleidenden *Cutis*, mit einem verdichteten Streifen besonders ringförmiger Fasern, dem sogenannten *Annulus cartilagineus* beginnt und weiter einwärts besonders aus radiären, gegen den mitten in dieser Schicht steckenden Hammergriff convergirenden, zum Theil auch aus netzförmigen dünnen Bündeln mit unentwickelten feinen elastischen Fasern (Bindegewebskörperchen Virchow) besteht. Aussen sitzt auf dieser Haut eine zarte Fortsetzung der Epidermis des äussern Gehörganges und innen ein feiner Ueberzug der *Mucosa* der Trommelhöhle.

Die Gehörknöchelchen bestehen vorzüglich aus schwammiger Knochensubstanz mit einer zarten compacten Rinde und ihre Gelenke und Bänder ahmen im kleinen andere solche Organe selbst bis auf die fast nur einschichtige Knorpellage vollkommen nach. Ihre Muskeln sind wie die des äussern Ohres quergestreift. — Die *Tuba Eustachii* hat als Grundlage zum Theil einen Knorpel, der seinem Bau nach mehr an die ächten Knorpel sich anschliesst, jedoch meist eine blasse faserige Grundsubstanz besitzt, und enthält im knorpeligen Theile besonders gegen die Mündung zu viele traubige Schleimdrüsen, vollkommen von derselben Beschaffenheit wie die des Pharynx, in dessen Schleimhaut die der Tuba ohne Grenze sich verliert. — Mit Gefässen und Nerven ist das äussere Ohr in ähnlicher Weise versehen, wie die äussere Haut. Im mittleren Ohr ist namentlich die Schleimhaut der Wandungen der Paukenhöhle reich an Gefässen, ebenso die *Tuba Eustachii* und das Trommelfell, in welch letzterem die stärksten Arterien und Venen längs des Hammergriffes in der mittleren Haut verlaufen und am Umkreis der Haut arterielle und venöse Gefässringe erzeugen, ausserdem auch zahlreich in der Schleimhaut sich verästeln. Die Nerven stammen vorzüglich vom 9. und 5. Paar und verästeln sich im Ganzen genommen spärlich in der Schleimhaut, auch des Trommelfells. Ihre Endigungen sind unbekannt, dagegen weiss man, dass der *N. tympanicus* viele grosse, isolirte oder in kleinen Knötchen beisammenliegende Ganglienzellen enthält.

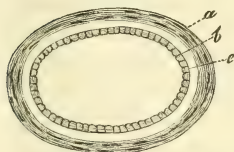
§. 234.

Der Vorhof und die knöchernen halbkreisförmigen Canäle werden an ihrer innern Fläche von einem äusserst dünnen Periost überzogen, das aus einem starren feinfaserigen Bindegewebe ohne elastische Fasern aber mit zahlreichen Kernen besteht, das in manchem an die Faserformen der innern Wand des *Schlemm*'schen Canales des Auges erinnert. Auf der Oberfläche dieses Periostes, sitzt ein einschichtiges Pflasterepithel von zarten polygonalen kernhaltigen Zellen von 0,007—0,009‴, das, so wie die allerdings nicht sehr zahlreichen Gefässe desselben in Beziehung steht zu der das knöcherne Labyrinth erfüllenden *Perilympha s. Aqua Cotunni.* — Durch den Zusammentritt des Labyrinthperiostes und der Auskleidung der Paukenhöhle entstehen die *Membrana tympani secundaria*, die, wie das wahre Trommelfell, aus einer mittleren Faserlage mit

Gefässen und einzelnen Nervenfädchen und zwei Epithelialschichten zusammengesetzt ist.

Die im Innern des Vorhofes und der knöchernen halbkreisförmigen Canäle enthaltenen häutigen zwei Säckchen und Canäle zeigen alle wesentlich denselben Bau. Die im Verhältniss zur Kleinheit der Theile ziemlich dicken (von 0,012—0,015''' bei den Tubuli, 0,016''' bei den Sacculi) und festen, durchsichtigen und elastischen Wandungen derselben zeigen zu äusserst eine aus netzförmigen feinen Fasern gebildete Haut, welche der äussern Pigmentlage der *Chorioidea* oder der *Lamina fusca* sehr nahe kommt und auch stellenweise unregelmässige bräunliche Pigmentzellen enthält wie diese. Dann folgt eine durchsichtige, glasartige, besonders nach innen scharf begrenzte Membran von 0,004—0,008''' Dicke, welche stellenweise deutlich eine zarte Längsstreifung zeigt, und immer bei Essigsäurezusatz eine Menge länglicher Kerne hervortreten lässt, und daher nicht wohl mit den *Membranae propriae*, der Linsenkapsel etc. in eine Linie gestellt werden kann, obschon sie auch in den chemischen Reactionen denselben sehr sich nähert. Die innerste Lage endlich ist ein einfaches, leicht in seine Elemente zerfallendes Pflasterepithel von 0,003''' Dicke, mit bald grösseren, bald kleineren (von 0,004 bis 0,008''') polygonalen Zellen, welches alle die genannten Räume auskleidet und die sogenannte *Endolympha s. Aquula vitrea auditiva* umschliesst, in der von *Barruel* bei Fischen Schleim nachgewiesen worden ist.

Fig. 308.



Die Gefässe des häutigen Labyrinthes sind ziemlich zahlreich und verbreiten sich mit kleinen Arterien und Venen und reichlichen Capillarnetzen an der Faserhaut und Glashaut dieser Theile, am reichlichsten in der Nähe der Nervenendigungen. Von solchen kennt man nur die des *Acusticus*, welcher mit dem *Nervus vestibuli* die 3 häutigen Canäle und das elliptische Säckchen und mit einem Ast des Schneckennerven das runde Säckchen versorgt. In den Canälen breiten sich die Nerven nur an den Ampullen aus und zwar treten sie, wie *Steifensand* gezeigt hat, bei jeder in eine Einbiegung oder Duplicatur der auf der concaven Seite des Canales gelegenen Wand, welche von Innen als ein querer, etwa einen Drittheil des Umfanges einnehmender Vorsprung erscheint. Die Nerven theilen sich innerhalb dieser Falten zuerst in zwei Hauptäste, die divergirend nach den beiden Rändern derselben treten und dann jeder in der glasartigen Haut der Ampulle in ein reiches Büschel kleinerer, vielfach anastomosirender Aestchen sich auflösen, welche schliesslich als feine Zweigchen von zwei bis zehn 0,001—0,0015''' dicker Primitivfasern frei zu enden scheinen. In den Säckchen ist die Nervenausbreitung eine ähnliche, nur nimmt dieselbe einen grösseren Raum ein und findet sich nicht

Fig. 308. Querschnitt eines halbkreisförmigen Canals, 250 mal vergr. *a*. Faserhaut mit Kernen, *b*. homogene Membran, *c*. Epithel. Vom Kalbe.

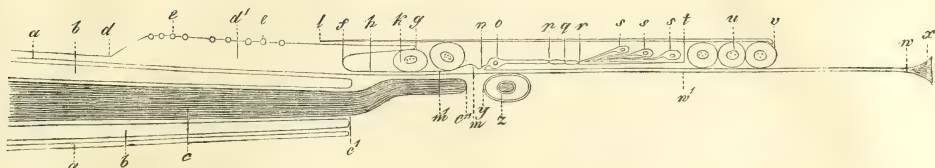
in einem Vorsprung der Wand derselben. Auch hier glaube ich freie Ausläufer der verfeinerten Nerven gesehen zu haben, doch wäre es allerdings möglich, dass dieselben, wie *Todd-Bowman* andeuten, in ganz blasse Fäserchen sich fortsetzen und erst als solche enden. An der Stelle der Nervenausbreitung findet sich in jedem der Säckchen ein von blossem Auge leicht sichtbarer kreideweisser und scharf begrenzter Fleck, der durch eine ganz helle, aber 0,01''' dicke, vielleicht epitheliale Membran an der Innenwand derselben festgehalten wird. Dies ist der sogenannte Gehörsand, *Otoconia Breschet* oder die Gehörsteinchen, *Otolithi*, der von unzähligen, in einer homogenen Substanz suspendirten, runden, länglichen oder deutlich die Form von doppelt zugespitzten, wahrscheinlich sechsseitigen Säulen besitzenden Körperchen von 0,0004—0,005''' Länge und einer Breite von 0,001—0,002''' bei den grösseren gebildet wird. Dieselben bestehen aus kohlensaurem Kalk und sollen etwas organische Materie als Residuum zurücklassen, was zu beobachten mir noch nicht gelang.

§. 235.

Schnecke. Der vom Labyrinthwasser erfüllte Schneckencanal ist in seinen beiden Treppen von einem hie und da leicht pigmentirten Periost ausgekleidet, das ganz dem des Vorhofes gleichgebaut ist und auch die *Lamina spiralis ossea* theilweise überzieht. Ein Epithel von 0,0005''' Dicke mit zarten, platten, polygonalen, 0,007—0,009''' grossen Zellen bedeckt diese Bindehaut und setzt sich auch auf die *Lamina spiralis membranacea* fort, wo dasselbe theilweise seine Natur ändert. Der wichtigste Theil der Schnecke ist die *Lamina spiralis*, welche in ihrer *Zona ossea* engmaschige anastomosirende Canäle zur Aufnahme der Schneckennerven enthält, die gegen den freien Rand derselben zu einer spaltenförmigen Lücke zusammenfliessen, so dass hier die knöcherne Spiralplatte wirklich aus zwei Tafeln besteht. Die häutige Zone von der constanten Breite von 0,2''' zerfällt wieder in zwei, eine *Zona denticulata* und eine *Zona pectinata*, von denen die erstere ungefähr die zwei innern, die letztere das äussere Drittheil der Breite der häutigen Spirallamelle einnimmt und beide durch eine grosse Complication des Baues sich auszeichnen, welche erst in den neuesten Zeiten vor allem von *Corti* (l. c.) näher gewürdigt worden ist (cf. Fig. 309, 310).

1. Die *Zona denticulata (d–v)* kann wiederum in zwei Theile geschieden werden, einen innern, die *Habenula interna s. sulcata (d–g)* und einen äussern, die *Habenula externa s. denticulata (h–t)*. Die erstere entwickelt sich bei *d* als unmittelbare Fortsetzung des Periosts der *Lamina spiralis ossea* und zwar nur von dem der *Scala vestibuli* zugewendeten Theile derselben, und nimmt vom Anfang bis zum Ende des Schneckencanales an Breite und Dicke ab. Ihre untere Fläche liegt in der ersten und zweiten Windung der Schnecke an der Stelle des Periostes dem äussersten Theile der knöchernen Zone auf, ist dagegen in der letz-

Fig. 309.



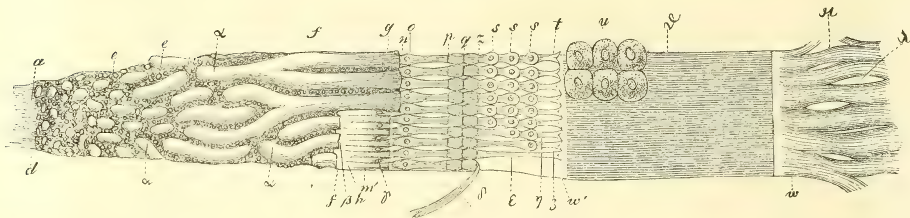
ten halben Windung nur von der Nervenausbreitung begrenzt, so dass diese *Habenula sulcata* im strengen Sinne des Wortes eigentlich nur hier einen Theil der gewöhnlich sogenannten häutigen Spirallamelle bildet. An der obern Fläche dieser Lage findet sich am äussern Rande eine ununterbrochene Reihe von am Ende etwas verbreiterten, hellen, eigenthümlich glänzenden länglichen Vorsprüngen *(g)*, die sogenannten Zähne der ersten Reihe, die in der ersten Schneckenwindung 0,02‴ Länge, 0,004 — 0,005‴ Breite und 0,003‴ Dicke am Anfang besitzen, in der letzten Windung dagegen nur noch 0,015‴ Länge und 0,003‴ Breite zeigen. Dieselben springen frei in die *Scala vestibuli* vor und überwölben den Anfang der *Habenula externa*, so dass mithin zwischen beiden eine nach aussen offene ziemlich tiefe Furche, *Semicanalis spiralis (Huschke)*, offen bleibt. Nach der Axe der Schnecke zu setzen sich die genannten Zähne unmittelbar in ähnlich beschaffene längliche Wülste oder Rippen (Fig. 309, *αα*) fort, die hie und da zu zweien zusammenfliessen oder in zwei sich trennen und noch weiter nach innen in immer kürzere und kleinere, anfangs längliche und dann runde Stücke zerfallen. In den zwischen diesen Rippen und Höckern und den Zähnen vorhandenen Längs- und Querfurchen befinden sich meist in einfacher Reihe rundliche oder längliche, dunkle, glänzende Körperchen *(e)* von 0,0015—0,002—0,003‴ Grösse, die bei Essigsäurezusatz als Kerne sich ergeben, durch welches Reagens auch hie und da kernartige Streifen in den erblassenden und etwas aufquellenden Zähnen und Rippen deutlich werden, welche Theile ich dem zufolge, so wie die gleich zu beschreibenden als zur Gruppe des Bindegewebes gehörig ansehen möchte.

Die *Habenula externa s. denticulata (h-t)* entspringt unter

Fig. 309 Senkrechter Schnitt der *Lam. spiralis*, 6‴ von ihrem Anfang entfernt, etwa 225 mal vergr. (Katze oder Hund). Die Epitheliallage, welche die obere und untere Fläche derselben überzieht, ist weggelassen. *a.* Periost der *Zona spiralis ossea*; *b.* die 2 Blätter der *Lamina spir. ossea* nahe am freien Rande; *c. c′ c″* Ende des Hörnerven; *d-w Lam. spiralis membranacea; d-w′ Zona denticulata; d-d′-f Habenula sulcata*; *d.* Stelle, wo das Periost sich verdickt, *e.* Körner in den Furchen der *Habenula sulcata*; *f-g* Zähne der ersten Reihe; *g-f-h Sulcus s. semicanalis spiralis; h.* untere Wand desselben; *k.* Epithelialzellen am Eingange des Halbcanales; *h-w′ Habenula denticulata; h-m* Scheinbare Zähne; *n-t* Zähne der zweiten Reihe; *n-p* Hinteres Glied derselben; *o.* Anschwellung mit Kern daran; *p-q* und *q-r* Gelenkstücke; *r-t* Vorderes Glied der zweiten Reihe; *sss* drei Cylinderzellen, die darauf sitzen; *l-v* Membran, welche die *Habenula denticulata* bedeckt; *u.* eine der Epithelialzellen darunter; *w′-w Zona pectinata; x.* Periost, das die *Lam. spir.* befestigt *(Musc. cochlearis, Todd-Bowman)*; *y. Vas spir. internum, z.* seine innere Haut. Nach *Corti*.

der Basis der Zähne erster Reihe unmittelbar aus der eben beschriebenen *Habenula sulcata*, und bildet anfangs den Boden der erwähnten Spiralfurche. Ihre Dicke beträgt an den meisten Stellen nur 0,001''', welcher Durchmesser auch der übrigen häutigen Spirallamelle, nämlich der *Zona pectinata* eigen ist, und ihre Breite nimmt in demselben Verhältniss gegen die Kuppel der Schnecke hin zu, als die der *Habenula sulcata* sich verschmälert, so dass sie anfangs nur 0,05''', zuletzt 0,1''' misst. Bezüglich auf den Bau, so bietet dieselbe auf der Seite der Vorhofstreppe wieder

Fig. 310.



eine besondere Zahl von Erhebungen dar, während sie gegen die Paukentreppe zu vollkommen glatt und eben ist. Jene sind von innen nach aussen verfolgt folgende: Zuerst kommen die sogenannten scheinbaren Zähne *(Dents apparents Corti)* als eine dichte Reihe länglicher Vorsprünge von 0,08''' Länge 0,002''' Breite, die durch seichte Furchen von einander getrennt am äussern Ende leicht sich erheben und dann plötzlich wieder abfallen. Aussen auf diese Gebilde, die in der ersten Schneckenwindung unter den Zähnen der ersten Reihe noch auf der *Zona ossea* liegen und hier zwischen ihren äussern Enden kleine längliche Lücken (Fig. 309, γ) besitzen, in der zweiten und dritten Windung dagegen weiter nach aussen als dieselben sich befinden und mit der untern Fläche nur an die Nerven angrenzen, folgen nun in gleicher Zahl die Zähne der zweiten Reihe [*Corti*] *(n–t)*, sehr sonderbare Gebilde, von denen die beiliegende Zeichnung eine bessere Vorstellung zu geben vermag als die Beschreibung. Jeder derselben stellt ein von oben nach unten etwas comprimirtes Stäbchen dar und liegt frei und beweglich auf der häutigen Spiralplatte nur mit dem innern Ende an die letztere befestigt, als deren Fortsetzung mithin diese Zähne zu nehmen sind. Genauer angesehen, zeigt ein solcher Zahn 3 Glieder. Das innerste *(n–p)* befestigte gleicht einer

Fig. 310. Vorhoffläche der *Lamina spiralis membranacea*, 225 mal vergr. Die Buchstaben bedeuten zum Theil dasselbe wie Fig. 309. $\alpha\alpha$. Cylindrische Erhebungen der *Habenula sulcata*, β. Stelle, wo ein Zahn der ersten Reihe seinen Anfang nahm, γ. Löcher zwischen den scheinbaren Zähnen, δ. zurückgeschlagenes vorderes Stück eines Zahnes der 2. Reihe, ε. ein solcher *in situ* ohne seine Epithelialzellen, ζ. ein solcher nur mit der untersten Epithelialzelle, η. ein eben solcher mit den 2 untersten Zellen, ϑ. Streifen oder leichte Hervorragungen der *Zona pectinata*, $\varkappa$. Periost, das die *Lamina spiralis* befestigt, mit Lücken λ. zwischen den Bündeln. Nach *Corti*.

Cylinderepitheliumzelle und trägt in seinem etwas angeschwollenen innern Ende *(o)* einen 0,005‴ grossen runden Zellenkern; dann folgen als Mittelglieder *(p–q–r)* zwei gleiche, länglich viereckige Stücke von 0,0044‴ Länge aus derselben homogenen und glänzenden Substanz, wie alle diese Zähne überhaupt *(Coni articulares Corti)*, welche so unter sich und mit dem innern und äussern Glied zusammenhängen, dass dem letztern ein etwelches Sichheben und Senken möglich wird. Das letzte Glied endlich *(rt)* ist anfangs verschmälert, gegen das Ende dagegen wieder breiter und gabelig getheilt und trägt 3 an seinem innern Ende befestigte, gestielten Zellen ähnliche kernhaltige Stücke *(sss)*, eines über dem andern und die untersten die längsten, die man Zähne der dritten Reihe (Cylinderepithelzellen *Corti*) nennen kann. — Die *Habenula denticulata* ist bis zu den Zähnen der 2. Reihe von runden oder ovalen Epitheliumzellen bedeckt *(h)*, die auch die Spiralfurche unter den Zähnen der 1. Reihe einnehmen, jedoch frei und einzeln nebeneinander liegen und nur auf dem *Hamulus membranaceus* eine zusammenhängende Lage darstellen. Auf diesen Zellen und über der ganzen *Habenula denticulata* findet sich dann noch eine besondere, dünne, feinstreifige Membran *(l–v)*, die nach Aussen den Anfang der *Zona pectinata* etwas überragt, jedoch durch einige grössere Epithelialzellen *(u)* von derselben geschieden ist und innen auf die *Habenula sulcata* übergeht und ganz verdünnt sich verliert. Diese von dem Epithel des Schneckencanals bedeckte Membran ist kaum als etwas anderes, denn als eine Fortsetzung der *Habenula sulcata* anzusehen, und am passendsten mit der *Zona pectinata* zu parallelisiren.

2. Die *Zona pectinata Todd–Bowman (w′–w)* ist der äussere oben und unten glatte Theil der häutigen Spirallamelle, der nach aussen an einen Vorsprung der äussern Wand des Schneckencanales sich befestigt. Dieselbe ist eine vollkommen homogene Lamelle, welche jedoch mit Ausnahme der Ränder in der Querrichtung des Schneckencanales dicht gerippt erscheint und so ein faseriges Ansehen gewinnt. Nach aussen nimmt dieselbe, indem sie in einem schmalen Saum durchlöchert erscheint, eine eigenthümliche, von der Schneckenwand da wo dieselbe eine kleine Knochenleiste, *Lamina spiralis accessoria Huschke*, besitzt, kommende Fasermasse *(x)* auf, welche *Todd–Bowman* als *Musculus cochlearis* beschrieben, in der ich jedoch nichts als eine Form kernführenden Bindegewebes sehen kann, wesshalb ich dieselbe als *Lig. spirale* bezeichnen will.

Die Nerven der Schnecke dringen aus den Canälen des *Modiolus* in die Räume der knöchernen Zone hinein, und bilden hier mit dunkelrandigen Röhren von 0,0015‴ in der ganzen Ausdehnung derselben ein dichtes Geflecht, das nach *Corti's* Entdeckung an einer ganz bestimmten Stelle, unfern des Randes der Zone eine anfangs 0,1‴ breite Anhäufung von bipolaren, ovalen, kleinen (von 0,011 — 0,016‴ Länge, 0,0066 — 0,0097‴ Breite) und blassen Ganglienzellen enthält, welche höchst wahr-

scheinlich alle Nervenfasern des Schneckennerven in ihrem Lauf unterbrechen. Die von diesen Zellen nach aussen abgehenden dunkelrandigen Nervenröhren legen sich nochmals in anastomosirende, dann einfach parallel nebeneinander fortlaufende platte Bündel zusammen, welche gegen den *Hamulus* immer lockerer werden, so dass auf diesem die Fasern in einfacher Schicht und selbst durch Zwischenräume getrennt wahrzunehmen sind. Das Ende dieser Nerven findet bei allen nebeneinanderliegenden Bündeln und Röhren immer in einer Linie statt, ist jedoch in der ersten Windung etwas näher der äussern Schneckenwand zu finden als höher oben. Ausserdem liegen dort die Endigungen noch innerhalb der zwei Platten der knöchernen Zone, obschon gerade am Rande derselben, in der 2. Windung in einer Ausdehnung von 0,02—0,03''' schon ausserhalb derselben an der untern Fläche des Anfanges der *Habenula denticulata*, mithin in der Paukentreppe, in der 3. halben Windung endlich als ein 0,08—0,09''' breiter nervöser Saum auch an der untern Seite der *Habenula sulcata*. Das eigentliche Ende der bis auf 0,001''' verfeinerten Nervenröhren scheint mir wie Corti so zu sein, dass dieselben auf einmal erblassen, noch feiner werden und dann frei auslaufen, und muss ich mich hier ganz bestimmt gegen die Existenz von Schlingen aussprechen.

Fig. 311.



Die Gefässe der Schnecke sind obschon fein doch recht zahlreich und breiten sich einmal in dem Periost der Wände des Schneckencanals und dann in der *Lamina spiralis* aus. Am erstern Orte bilden sie ausser den überall befindlichen Capillarnetzen noch einen besonderen gefässreichen Streifen in der *Scala vestibuli* unmittelbar über dem *Lig. spirale*, die *Stria vascularis Corti*, der obschon mit den Gefässen des Periostes zusammenhängend doch über demselben liegt und wie in das hier zum Theil auch pigmentirte Epithel eingebettet ist. In der *Zona spiralis* findet sich einmal in dem knöchernen Theil und dann in der Nervenausbreitung selbst ein reichliches Capillarnetz, das mit einem an der unteren oder Vestibular-Fläche der *Zona membranacea* in der ganzen Ausdehnung der Schnecke verlaufenden *Vas spirale* zusammenhängt. Dieses wahrscheinlich venöse Gefäss liegt immer unter der *Habenula denticulata* bald mehr einwärts bald mehr nach aussen und ist in der letzten halben Windung der Schnecke ein Capillargefäss von nur 0,004''', wird jedoch gegen die Basis zu allmälig bis 0,013''' breit und deutlich aus zwei Häuten zusammengesetzt. In seltenen Fällen gibt es zwei capillare *Vasa spiralia* an der genannten Stelle und zweimal fand Corti beim Menschen und beim Schaf auch ein äusseres *Vas spirale* nahe an dem *Ligamentum spirale* an der *Zona pectinata*, das jedoch mit den innern Gefässen nicht

Fig. 311. Bipolare Ganglienkugel aus der *Zonula ossea* der *Lamina spiralis* des Schweines, 350 mal vergr. Nach *Corti*.

communicirte, wie denn überhaupt die *Zona pectinata* als gefässlos sich erweisst.

Noch ist zum Schlusse des *Nervus acusticus* zu gedenken. Die Nervenröhren seines Stammes messen beim Menschen 0,002—0,005''', sind äusserst leicht zerstörbar und haben nur ein zartes Neurilem. Zwischen denselben finden sich im Stmme selbst und in Vorhofs- und Schneckennerven zahlreiche bipolare und auch apolare und unipolare blasse und pigmentirte Ganglienzellen, bei Säugern und beim Menschen von 0,02—0,07''' von denen die letztern beiden wie *Stannius* wohl mit Recht annimmt, wahrscheinlich nur verstümmelte bipolare sind, indem namentlich bei Fischen der *Acusticus* nur oder fast nur solche enthält. Aehnliche Zellen nur kleiner finden sich wie schon erwähnt auch in der Schnecke und dann auch an den Nervenstämmchen im *Vestibulum* (*Pappenheim*, *Corti*). Theilungen der Hörnervenfasern sah *Czermák* in den Endausbreitungen an den Ampullen und Säckchen des Störes, ich und *Harless* beim Frosch und *Leydig* bei *Chimaera*.

Von der Entwicklung des Gehörorganes sei hier nur das erwähnt, dass nach *Huschke's* von *Reissner* und *Remak* bestätigter Entdeckung das Labyrinth in seinen häutigen Theilen von der äussern Haut nur durch eine Einstülpung derselben sich bildet, somit in der Entstehung der Linse und dem Glaskörper zu vergleichen wäre. Zu dieser Einstülpung, an der vorzüglich, aber kaum allein wie *Remak* glaubt, die der Epidermis entsprechenden Zellenlagen sich betheiligen, kommen dann noch vom Gehirn aus die Hörnerven und von der mittleren Keimschicht aus die Hartgebilde und übrigen Weichtheile um das Sinnesorgan zu vollenden. Ueber die histologische Entwicklung der Weichtheile des Labyrinths ist nichts erhebliches bekannt.

Ich bin bei Schilderung der Schnecke ganz *Corti* gefolgt, da ich schon früher, als dieser eifrige und talentvolle Forscher hier in Würzburg seine Untersuchungen über dieses Organ anstellte, von der Richtigkeit seiner Angaben mich überzeugt, und auch neulich bei Erforschung der menschlichen Schnecke das Meiste bestätigt gefunden habe, was derselbe angegeben. Immerhin scheinen mir die so schwer zu erforschenden Theile der *Habenula denticulata* noch weitere Berücksichtigung zu verdienen, namentlich auch, um die Art und Weise der Bewegungen der Fortsätze derselben, die Beziehungen des Epithels und der deckenden structurlosen Haut genau zu ermitteln. So lange dieses nicht geschehen ist, werden alle Vermuthungen über die Function dieser so zierlichen Gebilde jeder sichern Basis entbehren und die sonst so schwierige Physiologie der Schnecke nur noch mehr verwirren (vergl. *Harless* l. c.). Was die Natur der sogenannten Zähne betrifft, so sind dieselben, wie auch *Corti* annimmt, sicherlich nichts als Entwicklungen des Periostes des Schneckencanals und können meiner Meinung nach, wenn auch in chemischer Beziehung den Glashäuten sehr ähnlich, doch als zur Gruppe des Bindegewebe angehörig angesehen werden. Ob die drei sogenannten Cylinderepitheliumzellen *(Corti)* auf der *Habenula denticulata* wirklich zu den Epithelien gehören, wie *Corti* annimmt, möchte noch zu untersuchen sein; mir scheinen dieselben trotz ihrer grossen Zartheit doch eher in die Kategorie der sonstigen Gebilde der *Habenula dentata* zu gehören und habe ich dieselben deswegen auch Zähne der dritten Reihe genannt.

Zur Untersuchung des Gehörorgans, welche nur beim Labyrinth hier jedoch sehr bedeutende Schwierigkeiten darbietet, sind unumgänglich vollkommen frische Objecte am besten eben getödeter Thiere nöthig und ist bei denselben zur Befeuchtung nur Serum oder Zuckerlösung zu verwenden, wenn man die Theile ganz normal sehen will. Weiter kommt es dann vorzüglich auf eine gewisse Uebung im Bloslegen und Ablösen der zarten Theile, um die es sich hier handelt, an und auf viel Geduld, weil es häufig dem Zufall überlassen bleibt, ob dieses oder jenes Verhältniss zur Anschauung kommt oder nicht. Um die Nervenplexus der *Zona ossea* der Schnecke zu sehen, muss man dieselbe durch verdünnte Salzsäure ihrer Kalksalze berauben, wogegen bei den Ganglienzellen dieser Localität nur ein sorgfältiges Zerzupfen der knöchernen Zone in einem nicht alterirenden Medium zum Ziele führt.

Literatur. *E. Huschke* in Fror. Not. 1832, No. 707; Iris 1833, No. 18, 34; *K. Steifensand*, Untersuchungen über die Ampullen des Gehörorgans, in Müller's Archiv 1835; *S. Pappenheim*, Die specielle Gewebelehre des Gehörorgans, Breslau 1840 und Fror. Not. 1838, No. 141, 194 u. 195; *G. Breschet, Recherches sur l'organe de l'ouie dans l'homme et les animaux vertébrés, 2. Edit. Paris* 1840; *E. Krieger, De otolithis, Berol.* 1840; *Wharton Jones, the Organ of hearing*, in *Todd's Cyclopaedia, Vol. II.* 529; *J. Hyrtl*, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere, Prag 1845; *A. Corti, Recherches sur l'organe de l'ouie des mammifères*, in Zeitschrift f. wiss. Zool. III. pg. 109; *Reissner, De auris internae formatione, Dorp.* 1851; *E. Harless*, Art. Hören, in Wagn. Handw. d. Physiologie IV. pg. 311 und Münchn. Gel. Anzeiger 1851, No. 31 u. 37; *Stannius*, Ueber die gangliöse Natur des *Nervus acusticus*, in Gött. Nachrichten 1850, No. 16; *Ibid.* 1851, No. 17. — Ausserdem sind zu vergleichen die allgem. Werke von *Krause, Huschke, Arnold, Todd-Bowman, Remak* (Entwicklungsgeschichte) und die *Icones org. sensuum* von *Arnold.*

III. Vom Geruchsorgan.

§. 236.

Das Geruchsorgan besteht aus den zwei von Knochen und Knorpeln gestützten und von einer Schleimhaut ausgekleideten Nasenhöhlen und einer gewissen Zahl von Nebenhöhlen, nämlich den *Sinus frontales Sphenoidales, ethmoidales* und dem *Antrum Highmori.* Von allen diesen Räumen dienen jedoch dem Geruche selbst nur die obersten Theile der Nasenhöhlen wo der Geruchsnerve sich ausbreitet, während die anderen entweder einfache Zuleitungscanäle sind und zugleich bei der Respiration sich betheiligen oder wenigstens einer directen Beziehung zur Sinnesthätigkeit ermangeln.

Die genannten Hartgebilde zeigen nicht viel Bemerkenswerthes und ist von den Knochen nur das zu erwähnen, dass sie am Siebbein an den dünnsten Stellen nur aus einer Grundsubstanz und Knochenfasern ohne *Havers*'ische Canäle bestehen. Die Knorpel der Nase sind wahre Knorpel und gleichen am meisten denen des Kehlkopfs, nur dass der Inhalt der Knorpelzellen meist sehr blass und fettarm, die Zellenwände wenig verdickt und die Grundsubstanz fein granulirt ist. Unter dem Perichondrium liegt auch hier eine Lage abgeplatteter Zellen, die an der Scheidewand bis

0,024''' Dicke erreicht, während im Innern die Zellen mehr rundlich, grösser und reihenweise in der Richtung der Dicke desselben angeordnet sind.

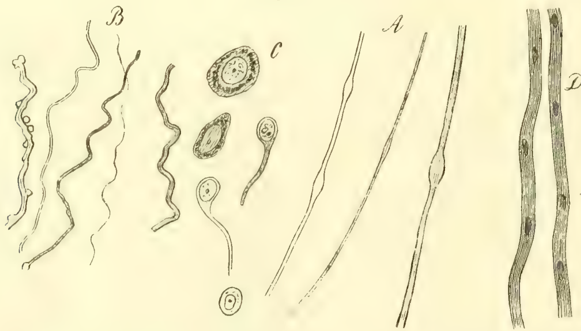
Von der Bekleidung dieser Theile mag zuerst die Haut der äussern Nase angeführt werden, welche durch eine dünne Epidermis von 0,024—0,032''', eine straffe *Cutis* von $^1/_4$''' mit kleinen unentwickelten Papillen von $^1/_{40}$ — $^1/_{66}$''' und feinen Härchen so wie durch ein derbes, 1''' dickes mit den Knorpeln innig vereinigtes Fettgewebe mit bis in dasselbe reichenden grossen Talgdrüsen und kleinen Schweissdrüsen von $^1/_{10}$—$^1/_{12}$''' sich auszeichnet. Diese äussere Haut mit ihren Talgdrüsen und mit stärkeren Haaren *(Vibrissae)* zieht sich auch noch etwas in die Nasenhöhle hinein nicht ganz bis da wo die knorpelige äussere Nase aufhört und geht dann unmerklich in die Schleimhaut des Geruchsorganes über, welche alle übrigen Räume auskleidet, jedoch nicht überall dieselbe Beschaffenheit zeigt. Nach *Todd-Bowman's* Entdeckung nämlich, welche ich vollkommen bestätigen kann, zerfällt dieselbe in einen flimmernden und nicht flimmernden Theil von welchen der letztere auf die obersten Theile der eigentlichen Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, beschränkt ist und daher die Geruchsschleimhaut im engern Sinne genannt werden soll, während die andere den alten Namen den *Schneider*'schen Haut beibehalten mag.

Fassen wir diese letztere zuerst ins Auge, so finden wir auch bei ihr obschon ihr Epithel überall flimmert, doch nicht allerwärts denselben Bau und kann man an ihr füglich die dickere drüsenreiche Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhle von der dünneren der Nebenhöhlen und des Inneren der Muscheln unterscheiden. Das Epithel ist an beiden Orten ein geschichtetes Flimmerepithel ähnlich dem des Kehlkopfs (Fig. 311 2) hier von 0,018—0,020''' Dicke, dort stellenweise bis 0,042''' messend, beim Menschen mit blassen fein granulirten Zellen, von denen die flimmernden äussersten bis 0,03''' betragen und bei Thieren eine Strömung von vorn nach hinten erzeugen. Dann folgt eine der elastischen Elemente ganz ermangelnde oder wenigstens an solchen sehr arme, vorzüglich aus kerneführendem gewöhnlichem Bindegewebe zusammengesetzte eigentliche *Mucosa,* in welche in der eigentlichen Nasenhöhle sehr viele grössere und kleinere gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüschen mit Drüsenbläschen von 0,02—0,04''' eingesenkt sind, so dass dieselbe stellenweise namentlich an den Grenzen des Scheidewandknorpels und an den untern Muscheln 1–2''' Dicke besitzt. Uebrigens rührt die Dicke der Schleimhaut dieser Gegenden nicht einzig von den Drüsen sondern auch wie namentlich am Rande und dem hintern Ende der untern Muschel von reichlichen fast cavernösen Venennetzen im Innern derselben her. In den Nebenhöhlen fehlen die Drüsen fast ganz und habe ich dieselben bisher nur hie und da im *Antrum Highmori* gefunden, wo dieselben in ihren Ausführungsgängen und Drüsenbläschen hie und da bis zu $^1/_2$''' grossen schleimhaltigen Cysten ausgedehnt waren. Abgesehen von diesen Stellen ist die Muscosa der Nebenhöhlen äusserst und von dem Periost derselben nicht als besondere

hier befindliche Gewebe ist, wie in den andern Regionen, weiches Bindegewebe ohne elastische Elemente.

Die Nasenschleimhaut ist in der eigentlichen Nasenhöhle sehr reich an Gefässen, weniger in den Nebenhöhlen und bilden dieselben mit ihren Endästen theils um die Drüsen und in den Stämmen und Aesten der Geruchsnerven lockerere Geflechte, theils an der Oberfläche der Schleimhaut selbst ein sehr dichtes Netz mit vielen mehr horizontal liegenden Schlingen, die auf den ersten Blick an die Existenz von Papillen glauben machen, welche jedoch nicht vorhanden sind. Auch die Aeste der Arterien und Venen anastomosiren vielfach und bilden die letztern namentlich an der untern Muschel die reichlichen schon erwähnten schwammigen Geflechte. Von Saugadern der Nasenschleimhaut ist nichts bekannt. Die Nerven sind einmal Aeste des *Quintus (Ethmoidalis, Nasales posteriores*, Ast des *Dentalis anter. major)*, welche besonders die flimmernde Region des Geruchsorganes versorgen und hier wie in andern sensiblen Schleimhäuten, des *Pharynx* z. B., sich verhalten, aber auch in die eigentliche *Regio olfactoria* heraufgehen und wie ich in einem Falle beim Kalb gesehen, selbst mit einzelnen dunkelrandigen Primitivröhren in der Bahn von Aesten der Geruchsnerven verlaufen. Der Geruchsnerv besitzt im *Tractus* und *Bulbus* dunkelrandige Röhren und Nervenzellen, von denen oben (St. 301) schon die Rede war. Die *Nervi olfactorii*

Fig. 313.



dagegen enthalten beim Menschen und bei Säugethieren selbst in den vom Riechkolben abgehenden Hauptstämmen durchaus keine weissen markhaltigen Fasern, sondern bestehen durchweg aus blassen, mit länglichen Kernen versehenen, leichtgranulirten, platten, 0,002—0,003''' breiten Fasern, die fest zusammenhängen und von gemeinschaftlichen, an den *Rami ad septum* stärkeren und daher weissen, bindegewebigen Hüllen zusammengehalten werden. Ueber den Ursprung dieser den embryonalen Nervenelementen sehr ähnlichen Fasern, ob sie vom *Bulbus nervi olfactorii* oder vom Gehirn selbst herkommen, hat sich beim Menschen und bei

Fig. 313. Aus dem *Olfactorius* des Menschen, 350 mal vergr. *A.* Nervenröhren aus dem *Tractus* mit Wasser, *B.* mit Zuckerwasser contrahirt erscheinend, *C.* Nervenzellen aus dem *Bulbus*, *D.* Nervenfasern aus den Aesten im Geruchsorgan.

Säugethieren noch durchaus nichts ermitteln lassen, doch wird es nach den Erfahrungen von *Leydig* bei den Plagiostomen (*Beiträge* pg. 34, Tab. I. Fig. 6) wahrscheinlich, dass das erstere der Fall ist. Die Endigung dieser Nerven ist noch zweifelhafter. So viel sieht man leicht, dass die *Nervi olfactorii* im Verlauf in der Schleimhaut der *Regio olfactoria* unter vielfachen spitzwinkligen Theilungen nach unten zu immer feiner werden und ein Geflecht erzeugen, auch gelingt es bei Säugethieren dieselben fast über die ganze *Regio olfactoria* zu verfolgen, allein etwas vor dem Rande derselben entziehen sich ihre Geflechte immer dem Blick und ist auch sonst nichts von Endzweigen zu sehen, so dass ich mit Bezug auf die Hauptsache gänzlich im Dunkeln blieb. Das Wahrscheinlichste ist mir vorläufig, das die Endausbreitung in der ganzen nicht wimpernden Region und vor allem am Rande derselben ihren Sitz hat, wenigstens hat es mir bisher nicht gelingen wollen, die Fäden der Geruchsnerven, die man bis zu solchen von 0,005—0,01''' verfolgen kann, in flimmernder Schleimhaut aufzufinden. Die von *Valentin* (*Nervenlehre* pg. 303) erwähnten Ganglienkugeln an der innern Oberfläche der feineren Plexus habe ich nicht gesehen und könnten unter denselben die etwas fremdartig aussehenden *Bowman*'schen Drüsen gemeint sein.

Bei der Untersuchung des Geruchsorgans macht vor allem die Zartheit des Epithels Schwierigkeiten und hat man daher nur Eiweisslösung oder *Humor vitreus* zur Befeuchtung zu nehmen. Senkrechte Schnitte erlangt man an den abgelösten Schleimhautstücken mit der Scheere am besten, auch geben Faltenränder nicht selten gute Durchschnittsbilder. Die Schleimdrüsen findet man auf Schnitten, die *Bowman*'schen durch Zerzupfen. Für die Geruchsnerven ist Chromsäure nicht zu empfehlen; am geeignetsten ist das Zerzupfen, dann die Compression frischer und mit Natron oder Essigsäure befeuchteter Präparate, endlich die Untersuchung in Wasser macerirter Schleimhaut, in welcher die Nerven lange sich halten.

Literatur. *Todd-Bowman* in ihrem Handbuche II.



Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

